

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

“ ” _____ 2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки 6.050601 Теплоенергетика (спеціальності 144 Теплоенергетика)

на тему: «Котельня на базі контактних водонагрівачів для теплопостачання житлового масиву в м. Миргороді»

Виконав : студент IV курсу, групи ТП - 51

_____ Стіцурін Владислав Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник _____ Назарова Ірина Олександрівна
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к. т. н. Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

«___» _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Стіцуріну Владиславу Петровичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Котельня на базі контактних водонагрівачів для теплопостачання житлового масиву в м. Миргороді»

керівник проекту _____ Назарова Ірина Олександрівна, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 2019 р. № _____

2. Строк подання студентом проекту _____ р.

3. Вихідні дані до проекту Котельня на базі контактних водонагрівачів для теплопостачання житлового масиву в м. Миргороді; житлові будівлі: зовнішній об'єм 109 тис. м³, кількість споживачів гарячої води – 3,2 тис. людей; дитячий садок: зовнішній об'єм – 5,5 тис. м³ ; температурний графік – (85 / 55) °С; тип котлів: КВН

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які необхідно розробити) _____

Розрахунок теплової схеми

Гідродинамічний розрахунок трубопроводів

Аеродинамічний розрахунок трубопроводів

Вибір основного та допоміжного обладнання

Техніко-економічний розрахунок

Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

1. Креслення компоновки котельні для постачання житлового масиву А1

2. Креслення теплової схеми котельні для постачання житлового масиву А1

3. Креслення контактних водонагрівачів типу КВН-174ГС А1

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання_____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Видача завдання на дипломний проект		
2	Опис теплової схеми		
3	Розрахунок теплової схеми		
4	Гідродинамічний розрахунок трубопроводів		
5	Аеродинамічний розрахунок трубопроводів		
6	Підбір основного та допоміжного обладнання		
7	Опис водо підготовки в котельні		
8	Техніко-економічний розрахунок		
9	Охорона праці		
10	Оформлення графічного матеріалу		
11	Захист ДПБ		

Студент

(підпис)

В.П. Стіцурін
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

І.О. Назарова
(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Котельня на базі контактних водонагрівачів для теплопостачання житлового масиву в м. Миргороді»: пояснювальна записка на 66 с., 13 рис., 5 табл., 8 бібліографічних найменувань; креслення – 3 арк. ф. А1.

Мета проекту – розробити котельню для теплопостачання житлового масиву у місті Миргороді та підібрати котлоагрегати.

У дипломному проекті було розраховано максимальні, середні та річні витрат теплоти на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання споживачів житлових та громадських будівель, відповідно до завдання. За результатами цих розрахунків у якості теплогенеруючих пристроїв були підібрані котли загальною номінальною потужністю 3,4 МВт

Також була розроблена теплова схема із закритою системою теплопостачання, на основі якої було проведено аеродинамічний та гідравлічний розрахунки, визначено діаметри основних трубопроводів котельні та швидкості теплоносіїв в них.

Залежно від потрібного тиску та об'ємної подачі було підібрано допоміжне обладнання, зокрема тягодуттєві пристрої та насоси. За температурним режимом, масовими витратами гріючої і нагріваної води та тепловій потужності нагрівача, було підібрано пластинчастий теплообмінник для системи ГВП.

Було надано рекомендації з охорони праці при монтажі обладнання котельні та технічні рішення та організаційні заходи з виробничої санітарії.

На кресленнях наведені компоновка обладнання котельні, теплова схема котельні та контактний водонагрівач.

Ключові слова: гаряче водопостачання, контактний водонагрівач, котлоагрегати, система теплопостачання, трубопроводи, опалення.

SUMMARY

Degree project of the first (Bachelor) level of higher education on the topic: «Boiler room on the basis of contact water heaters for heat supply of the residential area in Mirgorod»: explanatory note for 66 pages, 13 figures, 5 tables, 8 bibliographic names; drawings - 3 s. f. A1

The purpose of the Degree is to develop a boiler house for heat supply of a residential area in the city of Mirgorod and to pick up boiler units.

In the diploma project, maximum, average and annual heat consumption for heating, ventilation and hot water supply of residential and public buildings consumers was calculated in accordance with the task. As a result of these calculations, boilers with a total rated power of 3.4 MW were selected as heat-generating devices.

Also, a thermal circuit with a closed system of heat supply was developed, on the basis of which aerodynamic and hydraulic calculations were carried out, the diameters of the main pipelines of the boiler house and the speed of the heat carrier in them were determined.

Depending on the pressure and volume required, auxiliary equipment, such as payload units and pumps, was selected. Under the temperature regime, the massive consumption of heating and hot water and the heat capacity of the heater, a plate heat exchanger for the system of high-pressure cookers was selected.

The recommendations were given on the safety of work during the installation of boiler equipment and technical solutions and organizational measures for industrial sanitation.

The drawings show the arrangement of the boiler equipment, the heating circuit of the boiler house and the contact water heater.

Key words: hot water supply, contact water heater, boiler units, heat supply system, pipelines, heating.

АНОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврского) уровня высшего образования на тему: «Котельная на базе контактных водонагревателей для теплоснабжения жилого массива в г. Миргороде»: объяснительная записка на 66 с., 13 рис., 5 табл., 8 библиографических наименований, чертежи - 3 л. ф. А1.

Цель проекта - разработать котельную для теплоснабжения жилого массива в городе Миргороде и подобрать котлоагрегаты.

В дипломном проекте было рассчитано максимальные, средние и годовые расхода теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение потребителей жилых и общественных зданий, в соответствии с заданием. По результатам этих расчетов в качестве теплогенерирующих устройств были подобраны котлы общей номинальной мощностью 3,4 МВт

Также была разработана тепловая схема с закрытой системой теплоснабжения, на основе которой был проведен аэродинамический и гидравлический расчеты, определены диаметры основных трубопроводов котельной и скорости теплоносителей в них.

В зависимости от нужного давления и объемной подачи было подобрано вспомогательное оборудование, в частности тягодуттеви устройства и насосы. По температурному режиму, массовыми расходами греющей и нагревов воды и тепловой мощности нагревателя, было подобрано пластинчатый теплообменник для ГВС.

Были предоставлены рекомендации по охране труда при монтаже оборудования котельной и технические решения и организационные мероприятия по производственной санитарии.

На чертежах приведены компоновка оборудования котельной, тепловая схема котельной и контактный водонагреватель.

Ключевые слова: горячее водоснабжение, контактный водонагреватель, котлоагрегаты, система теплоснабжения, трубопроводы, отопление.

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему: «Котельня на базі контактних водонагрівачів для теплопостачання житлового масиву в м. Миргороді»

Київ – 2019 року

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП	10
1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ	12
1.1 Витрати теплоти на опалення	12
1.2 Витрати теплоти на вентиляцію	14
1.3 Витрати теплоти на гаряче водопостачання	15
2 ТЕПЛОВА СХЕМА.....	17
2.1 Опис принципової теплової схеми водогрійної котельні.....	17
2.2 Розрахунок теплової схеми	19
3 ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТРУБОПРОВОДІВ	25
3.1 Трубопроводи підживлюваної води	25
3.2 Трубопроводи гарячого водопостачання	29
3.3 Трубопроводи мережевої води.....	36
4 ВИБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	43
4.1 Вибір котлоагрегатів	43
4.2 Вибір тягодуттьових пристроїв.....	44
4.3 Вибір насосів	45
4.4 Вибір теплообмінника системи ГВП.....	47
4.5 Вибір фільтрів , витратомірів та теплових лічильників	50
5 ВОДОПІДГОТОВКА В КОТЕЛЬНОЇ.....	51
5.1 Робота контактного водонагрівача на хімічно неочищеній воді.....	51
6 ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ КОТЕЛЬНОЇ	54
6.1 Економічні показники роботи котельні на базі КВН.....	54
6.2 Порівняльні характеристики з традиційною котельнею	55
7 ОХОРОНА ПРАЦІ	56
7.1 Охорона праці при монтажі обладнання котельні	56
7.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничій санітарії	61
7.3 Пожежна безпека	62
ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66

					ТП 51 67 016 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Студент.		Стіцурін В. П.			Котельня на базі контактних водонагрівачів для теплопостачання житлового масиву в м. Миргороді Пояснювальна записка	<i>Літ</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
Керівник		Назарова І.О.				7	66	
П.контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського ТЕФ, каф.ТІПТ		
Н.контр.								
Зав.каф.		Варламов Г. Б.						

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

t - температура;
 Q - теплова потужність;
 h - ентальпія;
 c_p - питома ізобарна теплоємність;
 ξ - коефіцієнт місцевої втрати тиску;
 ΔP - втрата тиску;
 ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості;
 μ - коефіцієнт динамічної в'язкості;
 m - масова витрата теплоносія;
 α - коефіцієнт тепловіддачі;
 K - коефіцієнт теплопередачі;
 δ - товщина стінки;
 λ - теплопровідність матеріалу;
 λ - коефіцієнт опору тертя;
 Re - число Рейнольдса;
 S - площа поперечного перерізу;
 w - швидкість руху теплоносія;
 d - діаметр каналів;
 Nu - число Нусельта;
 Pr - критерій Прандтля;
 F - площа поверхні теплообміну;
 g - прискорення вільного падіння;
 r - прихована теплота пароутворення.

Індекси:

— нижні:
 о — опалення;
 річ — річні;
 х — холодна;
 в — вентиляція;
 пов — повітря;

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовн – зовнішнє;
 вн – внутрішня;
 р – розрахункова величина;
 г – гаряча;
 л – літній;
 під – підживлена;
 рец – рециркуляційні води;
 тах – максимальне;
 в – вентиляцію;
 ср –середні;
 р – розрахунок;
 вит – витрата;
 мер –мережова;
 вк – водогрійний котел;
 загр – загрузка;
 п – перепуск;
 н – нерегулювання;
 гв – гідравлічне.
 – верхні:
 ж – житлова;
 гр – громадська;
 в – відпуск;
 н – параметри насосів;
 з – закрита;
 л – літній.

Скорочення:

ТЕЦ – тепло електро централь;
 ГВП – гаряче водопостачання;
 ТН – теплоносій;

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Основне призначення будь-якої системи теплопостачання – це забезпечення споживачів теплотою необхідної кількості та якості. В залежності від розташування джерела теплоти по відношенню до споживачів системи теплопостачання поділяються на централізовані та децентралізовані.

В децентралізованих системах теплопостачання джерело теплоти знаходиться на достатньо близькій відстані від споживачів, тому передача теплоти здійснюється без використання теплових мереж. Джерела теплопостачання, які використовуються в таких системах – це теплогенератор, індивідуальна котельня, автономна котельня. Потужність до 20 МВт.

В свою чергу в системах централізованого теплопостачання джерело теплоти знаходиться на значній відстані від споживачів теплоти, таким чином передача теплоти реалізується за допомогою теплових мереж. Джерела теплопостачання – квартальна котельня, районна котельня, ТЕЦ.

Для транспортування теплоти на великі відстані як теплоносії використовують воду з температурою до 150°C (для теплопостачання громадських та житлових будівель) та водяну пару під тиском 7-16 технічних атмосфер (на технологічні потреби).

Централізоване теплопостачання є доречним у районах з великою концентрацією теплових споживачів. У місцях розташування комплексів промислових підприємств та великої кількості житлових та громадських будівель інколи доречно проводити теплопостачання за допомогою ТЕЦ. Там, де теплове навантаження є великим але не достатнім для економічного використання ТЕЦ доречно реалізовувати теплопостачання за допомогою районних котельень. За допомогою централізації можна досягти зменшення шкідливих викидів, зменшення витрати палива на теплопостачання.

Децентралізоване теплопостачання має свої переваги, основна з яких: майже повна відсутність втрат при передачі теплоти. На мою думку, це ключова перевага, адже стан теплових мереж в Україні на даний момент є критичним.

Системи теплопостачання поділяються на закриті та відкриті. В закритих системах весь теплоносій, що відправляється споживачу повертається назад на станцію або котельню. У відкритих системах теплоносій не повертається на станцію через розбір його споживачами або він може бути повернутим через низьку якість.

При проектуванні використовувалася замкнута двотрубна система постачання.

Виділимо основні переваги такої системи:

- стабільність (по запаху, кольоровості та іншим санітарним показникам) якості води, що надходить на водорозбір:

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- досить простий санітарний контроль системи теплопостачання;
- досить проста експлуатація, тому стабільний гідравлічний режим;
- простота контролю герметичності системи теплопостачання;

Джерелом теплопостачання району є опалювальна котельня, яка складається з чотирьох водогрійних котлів КВН 1,16 Гс загальною потужністю 3,4 МВт. Паливом для даних котлів є газ.

Дана котельня призначена для відпуску тепла у вигляді гарячої води на потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання району. Споживачами тепла є житлові будинки, громадські будівлі та промисловий цех.

Схема теплопостачання - замкнута двотрубна, регулювання відпуску теплоти - якісне по опалювальному навантаженню, температурний графік відпуску тепла 85/55 ° С.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ

Виконаємо розрахунки максимальних, середніх та річних витрат теплоти на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання споживачів житлових та громадських будівель за вихідними даними представленими у завданні.

По заданому населеному пункту визначаємо кліматологічні дані [1]:

- тривалість опалювального періоду $n_o = 178$ діб;
- температура зовнішнього повітря у холодний період року, °C:
 - а) розрахункова для опалення $t_{p.o} = -30^\circ\text{C}$;
 - б) середня найбільш холодного місяця $t_{ср.х.м} = -5,6^\circ\text{C}$.

1.1 Витрати теплоти на опалення

1.1.1 Максимальна (розрахункова) витрата теплоти на опалення

Максимальна витрата теплоти на опалення для житлових, громадських чи промислових будівель визначається за формулою

$$Q_o^i = \alpha \cdot q_o \cdot V_3 \cdot (t_{вн} - t_{p.o}) \cdot 10^{-6}, \quad (1.1)$$

де q_o – питома опалювальна характеристика будівлі при $t_{p.o} = -30^\circ\text{C}$, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$;

α – поправковий коефіцієнт, який залежить від фактичної величини $t_{p.o}$;

V_3 – зовнішній об'єм будівель, м^3 ;

$t_{вн}$ – розрахункова температура повітря, °C

Для житлового масиву зовнішній об'єм 109 тис. м^3 визначаємо $q_o = 0,38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$ [1]

За формулою (1.1) визначаємо максимальну (розрахункову) витрату теплоти на опалення для житлових, громадських, промислових будівель.

а) для житлових будівель

За [1] при $t_{p.o} = -30^\circ\text{C}$ визначаємо $\alpha = 1,116$;.

$$t_{вн} = 20^\circ\text{C}$$

$$Q_o^j = 1,116 \cdot 0,38 \cdot 109 \cdot 10^3 \cdot (20 + 22) \cdot 10^{-6} = 1,94 \text{ МВт}$$

б) для громадських будівель

при $V_3 = 5500 \text{ м}^3$ визначаємо $q_o = 0,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$ [1]

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$t_{\text{вн}} = 22^{\circ}\text{C}$$

$$Q_O^{GP} = 1,116 \cdot 0,4 \cdot 5500 \cdot (22 + 23) \cdot 10^{-6} = 0,1 \text{ МВт}$$

Сумарна максимальна витрата теплоти для житлових і громадських будівель визначається за формулою

$$Q_O^{K+GP} = Q_O^K + Q_O^{GP} \quad (1.2)$$

$$Q_O = 1,94 + 0,1 = 2,04 \text{ МВт}$$

1.1.2 Середня витрата теплоти на опалення

$$Q_{O.CP} = Q_{O.CP}^K + Q_{O.CP}^{GP} \quad (1.3)$$

Для будівлі будь-якого призначення середня витрата теплоти на опалення, МВт, визначається за формулою

$$Q_{o.c.p.}^i = Q_o^i \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}}, \quad (1.4)$$

де Q_o^i - розрахункова витрата теплоти на опалення відповідної будівлі, МВт.

За формулою (1.4) визначаємо $Q_{o.c.p.}^i$ окремо для житлових, громадських будівель та промислового цеху, МВт

а) для житлових будівель:

$$Q_{\text{ср.о}}^{\text{жс}} = Q_o^{\text{жс}} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}} = 1,94 \frac{20 - (-0,8)}{20 - (-23)} = 0,94 \text{ МВт}$$

б) для громадських будівель:

$$Q_{\text{ср.о}}^{\text{г}} = Q_o^{\text{г}} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}} = 0,1 \frac{22 - (-0,8)}{22 - (-23)} = 0,051 \text{ МВт}$$

Визначимо сумарну середню витрату теплоти на опалення для житлових і громадських будівель за формулою (1.3)

$$Q_{o.c.p.} = 0,94 + 0,051 = 0,991 \text{ МВт}$$

1.1.3 Річна витрата теплоти на опалення, МДж/рік

$$Q_{o.p\check{c}.}^i = Q_{o.c.p.}^i \cdot n_o \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.5)$$

де $Q_{o.c.p.}^i$ - середня витрата теплоти на опалення відповідної будівлі, МВт.

Для всіх житлових та громадських будівель річна витрата теплоти на опалення, $\frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$, визначається за формулою (1.5)

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

а) для житлових будівель:

$$Q_{\text{річ.о}}^{\text{ж}} = Q_{\text{ср.о}}^{\text{і}} \cdot n_{\text{о}} \cdot 24 \cdot 3600 = 0,94 \cdot 10^6 \cdot 178 \cdot 24 \cdot 3600 = 14,46 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік}$$

б) для громадських будівель:

$$Q_{\text{о.річ.}}^{\text{ГР}} = Q_{\text{о.ср.}}^{\text{ГР}} \cdot n_{\text{о}} \cdot 24 \cdot 3600,$$

$$Q_{\text{річ.о}}^{\text{Г}} = Q_{\text{ср.о}}^{\text{і}} \cdot n_{\text{о}} \cdot 24 \cdot 3600 = 0,058 \cdot 10^6 \cdot 178 \cdot 24 \cdot 3600 = 0,9 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік}$$

1.2 Витрати теплоти на вентиляцію

Витрати теплоти на вентиляцію визначаємо тільки для громадських та промислових будівель

а) для громадських будівель:

1.2.1 Максимальна (розрахункова) витрата теплоти на вентиляцію громадських будівель

$$Q_{\text{в}} = q_{\text{в}} V_{\text{з}} (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}) \cdot 10^{-6}, \quad (1.6)$$

де $q_{\text{в}}$ – питома вентиляційна характеристика громадської будівлі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$, за [1] для дитячих

садків $q_{\text{в}} = 0,27 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$;

$$Q_{\text{в}} = 0,27 \cdot 5200 \cdot (22 - (-23)) = 0,06 \text{ МВт}$$

1.2.2 Середня витрата теплоти на вентиляцію

Для громадських будівель середня витрата теплоти на вентиляцію $Q_{\text{ср.в}}$, МВт, визначається за формулою

$$Q_{\text{ср.в}} = Q_{\text{в}} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}} \quad (1.7)$$

$$Q_{\text{ср.в}} = 0,06 \cdot \frac{22 - (-0,8)}{22 - (-23)} = 0,03 \text{ МВт}$$

1.2.3 Річна витрата теплоти на вентиляцію

$$Q_{\text{річ.в}} = Q_{\text{ср.в}} \cdot (n_{\text{о}} - n_{\text{н}}) \cdot z_{\text{в}} \cdot 3600, \quad (1.8)$$

де $z_{\text{в}}$ – усереднене за опалювальний період число годин роботи системи вентиляції протягом доби (при відсутності точних даних для громадських будівель $z_{\text{в}} = 16$ год)

$$Q_{\text{річ.в}} = 0,03 \cdot (178 - 0) \cdot 16 \cdot 3600 = 0,307 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}.$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Витрати теплоти на гаряче водопостачання

а) для житлових і громадських будівель:

1.3.1 Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання споживачів житлових і громадських будівель за опалювальний період, МВт, визначається за формулою

$$Q_{г.в.ср}^{ж+гр} = 1,395 \cdot \frac{m \cdot (a_{л} + b) \cdot (55 - t_{х.з})}{24} \cdot 10^{-6}, \quad (1.12)$$

де 1,395 - коефіцієнт, що отриманий як добуток $(1,2 \cdot 4187/3600)$;

1,2 - враховує тепловіддачу в приміщення від трубопроводів системи гарячого водопостачання (опалення ванних кімнат і приміщень для сушіння білизни);

4187 - теплоємність води в $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$;

m - кількість жителів району (міста);

$a_{л}$ - норма витрати води в кілограмах при температурі 55 °С для житлових будівель на одну людину за добу;

$a_{л} = 115 \frac{\text{кг}}{\text{доба}}$; b - те саме для всіх громадських будівель району (міста) (при відсутності

даних беруть $b = 25 \frac{\text{кг}}{\text{доба}}$ на одну людину);

$t_{х.з}$ - температура холодної (водопровідної) води в опалювальний період, °С (при відсутності даних беруть $t_{х.з} = 5$ °С);

24 - період споживання гарячої води за добу, год.

$$Q_{г.в.ср.}^{ж+гр} = 1,395 \cdot \frac{3200 \cdot (115 + 25)}{24} \cdot (55 - 5) = 1,3 \text{ МВт}$$

1.3.2 Максимальна витрата теплоти на гаряче водопостачання житлових і громадських будівель за опалювальний період МВт, визначається за формулою

$$Q_{г.в.маx}^{ж+гр} = (2 \dots 2,4) \cdot Q_{г.в.ср}^{ж+гр} \quad (1.13)$$

$$Q_{г.в.маx}^{ж+гр} = 2,2 \cdot 1,3 = 2,86 \text{ МВт}$$

1.3.3 Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання споживачів житлових і громадських будівель у літній період, МВт, визначається за формулою

$$Q_{г.в.ср}^{(ж+гр)л} = Q_{г.в.ср}^{ж+гр} \cdot \frac{55 - t_{х.л}}{55 - t_{х.з}} \cdot \beta, \quad (1.14)$$

де $t_{х.л}$ - температура холодної (водопровідної) води у літній період, °С (при відсутності даних беруть $t_{х.л} = 15$ °С); β - коефіцієнт, яким ураховують зниження середньої витрати води на гаряче водопостачання у літній період відносно опалювального (для некурортних міст $\beta = 0,8$).

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{г.в.ср}^{(ж+гр)л} = 1,3 \cdot \frac{55-15}{55-5} \cdot 0,8 = 0,832 \text{ МВт}$$

1.3.4 Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання споживачів житлових і громадських будівель, $\frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$, визначається за формулою

$$Q_{г.в.річ}^{ж+гр} = 24 \cdot [Q_{г.в.ср}^{ж+гр} \cdot n_o + Q_{г.в.ср}^{(ж+гр)л} \cdot (350 - n_o)] \cdot 3600, \quad (1.15)$$

де 350 - число робочих діб системи гарячого водопостачання у році з урахуванням 15-денної перерви на ревізію, гідравлічні випробовування та ремонт теплових мереж.

$$Q_{г.в.річ}^{ж+гр} = [1,3 \cdot 178 + 0,832 \cdot (350 - 178)] \cdot 24 \cdot 3600 = 32,4 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$$

Результати розрахунків максимальних і річних навантажень зведемо до двох таблиць 1.2 та 1.3 відповідно.

Таблиця 1.2 – Максимальні витрати теплоти

Найменування навантаження		Позначення	Одиниці	Значення
Опалення та вентиляція житлових та громадських будівель		$Q_{о,в.}^{ж+гр}$	МВт	2,1
ГВП житлових та громадських будівель	Зимовий період	$Q_{гв.ср.}^{ж+гр}$	МВт	1,3
	Літній період	$Q_{гв.ср.л}^{ж+гр}$		0,832
Сумарне навантаження		$\sum Q$	МВт	4,232

Таблиця 1.3 – Річні витрати теплоти

Найменування навантаження		Позначення	Одиниці	Значення
Опалення та вентиляція житлових та громадських будівель		$Q_{о,в.річ}^{ж+гр}$	$\frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$	$15,821 \cdot 10^6$
ГВП житлових та громадських будівель		$Q_{гв.річ}^{ж+гр}$	$\frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$	$32,4 \cdot 10^6$
Сумарне навантаження		$\sum Q_{річ}$	$\frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$	$48,221 \cdot 10^6$

2 ТЕПЛОВА СХЕМА

2.1 Опис принципової теплової схеми водогрійної котельні

Теплова схема котельної — це умовне графічне зображення її основного та допоміжного обладнання, що об'єднується лініями трубопроводів для робочих середовищ. Розрізняють принципову, розгорнуту та робочу (монтажну) теплові схеми котельної.

На принциповій тепловій схемі котельної зазначають лише її головне обладнання (котлоагрегати, підігрівники, деаератори, насоси) і основні трубопроводи без арматури, найрізноманітніших допоміжних пристроїв та другорядних трубопроводів, а також без уточнення кількості й розташування обладнання.

На рисунку 2.1 показана принципова теплова схема водогрійної опалювальної котельної з відпуском води на гаряче водопостачання. Схема використовується коли теплове навантаження на опалення та гаряче водопостачання майже однакові. Схема передбачає резервування потужності для системи опалення. У такому режимі опалювальний контур і контур на гаряче водопостачання відокремлені один від одного арматурою. Вода зі зворотньої лінії теплової мережі через фільтр (9) з невеликим напором підводиться до контактного водонагрівача (1). Після контактного водонагрівача нагріта вода до потрібної температури поступає у спільний опалювальний колектор, де потім потрапляє на мережний насос і подається у трубопровід прямої води. Роботу опалювального контуру забезпечують 2 циркуляційних насоса (2, 3), один з яких резервний (3) може забезпечити роботу контуру опалення і гарячого водопостачання (коли контури з'єднані).

Передбачається погодні регулювання теплового навантаження на опалення по температурі навколишнього повітря. Навантаження на систему гарячого водопостачання якісно регулюється по вихідній температурі гарячої води з теплообмінника (5). При відкритті запірної арматури (7) на колекторі відбувається з'єднання опалювального контуру з контуром гарячого водопостачання. В цьому випадку регулювання необхідної потужності ГВП і виконується від колектора ГВП по лінії ГВП з регулюючим клапаном (8), який забезпечує якісне регулювання потужності по вихідній температурі гарячої води з теплообмінника (5). У контурі гарячого водопостачання, при окремій роботі контурів, гріюча вода після теплообмінника поступає на вхід контактного водонагрівача. Після контактного водонагрівача нагріта вода до потрібної температури знову подається на теплообмінник. Вода другого контуру водопостачання при відсутності повного розбору води споживачами, повертається із зворотньої мережі ГВП і змішується з холодною водою з трубопроводу холодної води. Потім проходячи через циркуляційний насос ГВП

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(6) надходить до теплообмінника де нагрівається і надходить до споживачів.

Так як контактні водонагрівачі працюють в конденсаційному режимі і можливе переповнення системи, передбачена можливість зливу води з котельних агрегатів та зворотнього трубопроводу у трубопровід безнапірного зливу.

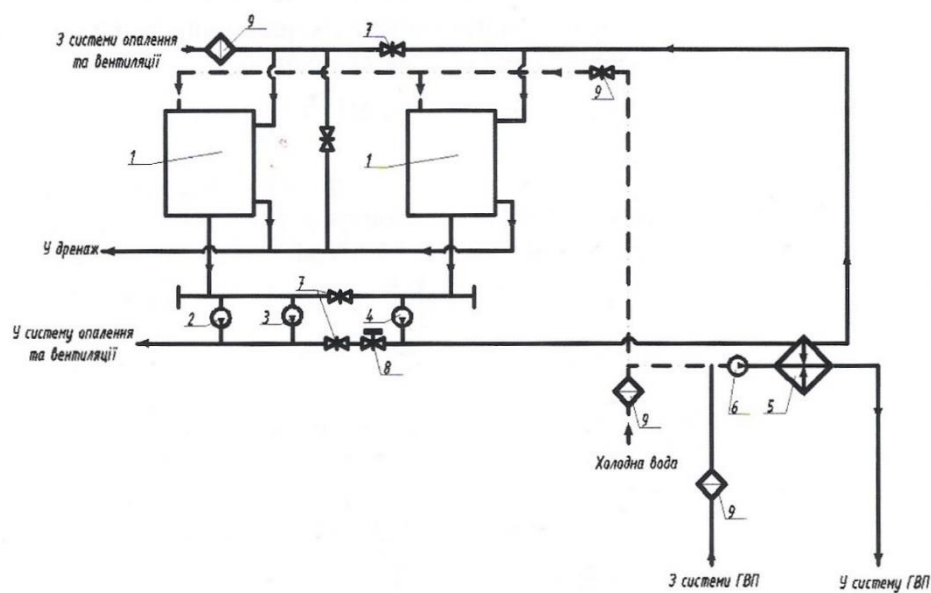
Втрати води у тепловій мережі компенсуються водою для підживлення, яка подається з трубопроводу холодної води через фільтр та керований клапан підживлення (10), а також за рахунок виділення пари і подальшої її конденсації при окисленні водню, що міститься у паливі, у процесі горіння у контактних водонагрівачах.

Для захисту трубопроводів від корозії передбачене встановлення установки магнієвого захисту «Щит» (на рисунку не показані).

Для обліку теплоти, що віддана споживачам використовуються теплові лічильники з витратомірними пристроями (на рисунку не показані).

Провівши розрахунки теплових навантажень споживачів, маю необхідні дані для розрахунку теплової схеми.

- 1 Температура повітря усередині опалювальних будівель (режими I - II) $t_{вн} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2 Температура зовнішнього повітря $t_{зовн}$: режим I - $t_{зовн} = t_{p.o} = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$;



- 1 - котельний агрегат КВН; 2 - циркуляційний насос системи опалення та вентиляції; 3 - резервний насос; 4- насос гріючого контуру системи ГВП; 5 - пластинчатий теплообмінник системи ГВП; 6 - циркуляційний насос системи ГВП; 7 - нерегулююча арматура; 8 - регулюючий клапан; 9 - фільтри; 10 - підживлювальний клапан;

Рисунок 2.1 – Принципова тепла схема водогрійної котельні

3. Максимальний (розрахунковий) відпуск теплоти на опалення та вентиляцію будівель (режим I)

- житлових і громадських $Q_{o.b}^{ж+гр} = 2,1$ МВт;

4. Середній відпуск теплоти на гаряче водопостачання будівель відповідно :

- житлових і громадських $Q_{г.в.ср}^{ж+гр} = 1,2$ МВт (режим I);

5. Максимальна температура прямої мережної води (режим I):

$$t_{1max} = 85 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

6. Температура прямої мережної води на вході в підігрівач ГВП (при окремій роботі контурів ГВП і опалення)

$$t_{1ГВП} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

7. Максимальна температура поворотної мережної води (режим I):

$$t_{2max} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

8. Температура сирої води на вході в котельню, T_1 , $^{\circ}\text{C}$:

- режими I- IV: $T_{I3} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

9. Коефіцієнт зниження витікання води в системі теплопостачання:

$$k_{вит} = 1 \text{ (режими I - III);}$$

10. Розрахункова температура гарячої води в системі місцевого теплопостачання (для всіх режимів) при закритій системі теплопостачання

$$t_{г.в}^3 = 60 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

11. Вид палива – природний газ.

2.2 Розрахунок теплової схеми

Розрахунок будемо проводити для режимів I, II, та III.

2.2.1. Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення та вентиляцію залежно від температури зовнішнього повітря

$$K_{o.в.} = \frac{t_{вн} - t_3}{t_{вн} - t_{p.o.}}, \quad (2.1)$$

$$K_{o.в.} = \frac{20 - (-5,6)}{20 - (-23)} = 0,6;$$

2.2.2. Сумарний відпуск теплоти на опалення та вентиляцію, МВт:

$$Q_{o.в.} = (Q_{o.в. max}^{ж+гр}) k_{o.в.}, \quad (2.2)$$

$$Q_{o.в.} = 2,1 \cdot 1 = 2,1 \text{ МВт}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2.2.3. Сумарний відпуск теплоти на гаряче водопостачання, МВт:

-зимовий період

$$Q_{\text{г.в.}}^3 = Q_{\text{г.в.ср}}^{\text{жс+зр}}, \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{г.в.}}^3 = 1,3 \text{ МВт}$$

-літній період

$$Q_{\text{г.в.}}^{\text{л}} = Q_{\text{г.в.ср}}^{\text{жс+зр}} \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{г.в.}}^{\text{л}} = 0,832 \text{ МВт}$$

2.2.4. Температура мережної води на виході з котельні

$$t_1 = t_{\text{вн}} + k_{\text{о.в.}} \cdot (t_{1\text{max}} - t_{\text{вн}}), \quad (2.5)$$

$$t_1 = 20 + 1 \cdot (85 - 20) = 85^\circ \text{C}.$$

2.2.5. Температура поворотної мережної води після опалення та вентиляції, °C:

$$t_2^{\text{о.в.}} = t_{\text{вн}} + k_{\text{ов}} \cdot (t_{2\text{max}} - t_{\text{вн}}), \quad (2.6)$$

$$t_2^{\text{о.в.}} = 20 + 1 \cdot (55 - 20) = 55^\circ \text{C}$$

2.2.6. Розрахункова витрата мережної води на опалення та вентиляцію, кг/с:

$$G_{\text{о.в.}} = \frac{Q_{\text{о.в.}} \cdot 10^6}{c_{\text{в}} (t_1 - t_2^{\text{о.в.}})}, \quad (2.7)$$

$$G_{\text{о.в.}} = \frac{2,1 \cdot 10^6}{4,19 \cdot 10^3 \cdot (85 - 55)} = 16,7 \text{ кг/с}$$

2.2.7. Витрата води на гаряче водопостачання у споживачів, кг/с:

$$G_{\text{г.в.}}^{\text{сп}} = \frac{Q_{\text{г.в.}} \cdot 10^6}{c_{\text{в}} (t_{\text{г.в.}} - T_{13})} \quad (2.8)$$

$$G_{\text{г.в.}}^{\text{сп}} = \frac{1,3 \cdot 10^6}{4,19 \cdot 10^3 (60 - 5)} = 5,6 \text{ кг/с}$$

2.2.8. Витрата води на підігрівники ГВП в зимовий період (при спільній роботі контурів ГВС і опалення) кг/с:

$$G_{\text{г.в.}}^{\text{ГВС+о.в.}} = \frac{Q_{\text{г.в.}} \cdot 10^6}{c_{\text{в}} (t_1 - t_2^{\text{о.в.}})} \quad (2.9)$$

$$G_{\text{г.в.}}^{\text{ГВС+о.в.}} = \frac{1,3 \cdot 10^6}{4,19 \cdot 10^3 \cdot (85 - 55)} = 10,3 \text{ кг/с}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.9. Температура поворотної мережної води на вході в котельню в зимовий період (після підігрівача ГВП)

$$t_2^{звп} = t_1^{звп} - \frac{Q_{з.в} \cdot 10^6}{G_{з.в} \cdot c_B} \quad (2.10)$$

$$t_2^{звп} = 70 - \frac{1,3 \cdot 10^6}{10,3 \cdot 4,19 \cdot 10^3} = 40^\circ \text{C}$$

2.2.10. Витрата гріючої води на підігрівник ГВП в зимовий період (при окремій роботі контурів ГВП і опалення)

$$G_{з.в}^{звп} = \frac{Q_{з.в} \cdot 10^6}{c_B (t_1^{звп} - t_2^{звп})} \quad (2.11)$$

$$G_{Г.В}^{Г.В.} = \frac{1,3 \cdot 10^6}{4,19 \cdot 10^3 \cdot (70 - 40)} = 10,3 \text{ кг/с}$$

2.2.11. Температура поворотної мережної води на вході в котельню літній період (після підігрівача ГВС)

$$t_2^{\text{лет.ГВС}} = t_1^{\text{звп}} - \frac{Q_{Г.В} \cdot 10^6}{G_{з.в} \cdot c_B} \quad (2.12)$$

$$t_2^{\text{ГВС}} = 70 - \frac{0,832 \cdot 10^6}{10,3 \cdot 4,19 \cdot 10^3} = 50,7^\circ \text{C}$$

2.2.12. Розрахункова витрата мережевої води після мережевого насоса (при спільній роботі контурів ГВП і опалення)

$$G_{мер} = G_{о.в.} + G_{з.в.}, \quad (2.13)$$

$$G_{мер} = G_{о.в.} + G_{з.в.} = 16,7 + 10,3 = 27 \text{ кг/с.}$$

2.2.13. Витрата підживлюваної води на поповнення витоків з мережі

$$G_{вит} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} \cdot (Q_{о.в.}^{жс+зр.} + Q_{о.в.}^n + Q_{з.в.сер.}^{жс+зр.} + Q_{з.в.мак.}^n) \cdot g_{сис.} \cdot K_{вит}, \quad (2.14)$$

$$G_{вит} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} \cdot (2,1 + 1,3) \cdot 56 \cdot 10^3 \cdot 1 = 0,4 \text{ кг/с.}$$

2.2.14. Сумарна витрата підживлюваної води

$$G_{нід\Sigma} = G_{вит.} + G_{з.в.}^{сн}, \quad (2.15)$$

$$G_{нід\Sigma} = 0,4 + 5,6 = 6 \text{ кг/с}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.15. Витрата поворотної мережної води(при спільній роботі контурів ГВП і опалення)

$$G_{\text{мер.обор.}} = G_{\text{мер.}} - G_{\text{вит.}}, \quad (2.16)$$

$$G_{\text{мер.обор.}} = 27 - 0,4 = 26,6 \text{ кг/с}$$

2.2.16. Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами

$$Q_{\kappa}^{\text{в}} = Q_{\text{о.в.}} + Q_{\text{з.в.}}, \quad (2.17)$$

$$Q_{\kappa}^{\text{в}} = 2,1 + 1,3 = 3,4 \text{ МВт}$$

2.2.17. Потрібна кількість працюючих водогрійних котлів

-для опалення та вентиляції:

$$N_{\kappa.p.}^{\text{о.в.}} = \frac{Q_{\text{о.в.}}}{Q_{\kappa}^{\text{ном.}}}, \quad (2.18)$$

$$N_{\kappa.p.}^{\text{о.в.}} = \frac{2,1}{1,16} = 1,81 \approx 2 \text{ Кмп.}, (\text{КВН-1,16Гс})$$

-для ГВП:

$$N_{\kappa.p.}^{\text{з.в.}} = \frac{Q_{\text{з.в.}}}{Q_{\kappa}^{\text{ном.}}}, \quad (2.19)$$

$$N_{\kappa.p.}^{\text{з.в.}} = \frac{1,3}{1,16} = 1,12 \approx 2 \text{ Комп.}, (\text{КВН-1,16Гс})$$

Вибираємо для опалення та вентиляції – 2Комп. КВН-1,16Гс, для ГВП – 2Комп. КВН-1,16Гс.

2.2.18. Процент загрузки працюючих водогрійних котлів:

$$K_{\text{загр.}}^{\text{в}} = \frac{Q_{\kappa}^{\text{в}}}{N_{\kappa.p.}^{\text{о.в.}} \cdot Q_{\kappa}^{\text{ном.}} + N_{\kappa.p.}^{\text{з.в.}} \cdot Q_{\kappa}^{\text{ном.}}} \cdot 100\%, \quad (2.20)$$

$$K_{\text{загр.}}^{\text{в}} = \frac{3,4}{2 \cdot 1,16 + 2 \cdot 1,16} \cdot 100\% = 73,28\%.$$

2.2.19. Витрата води, яка пропускається через один водогрійний котел(визначається по паспортній характеристиці котла)

$$G_{\text{в.к}}(\text{КВН-1,16Гс}) = 24..38 \text{ т/ч};$$

2.2.20. Витрата води, яка пропускається через працюючі водогрійні котли

$$G_{\text{вк.}\Sigma} = 2 \cdot \frac{24}{3,6} + 2 \cdot \frac{24}{3,6} = 26,6 \text{ кг/с} \quad (2.21)$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.21. Кількість відімкнених водогрійних котлів

$$N_{K.O.}^{6.} = 0.$$

2.2.22. Витрата води, яка пропускається через нерегульований перепуск

$$G_{H.n} = G_{мер} - G_{в.к.Σ}, \quad (2.22)$$

$$G_{H.n} = 26,6 - 26,6 = 0.$$

2.2.23. Температура мережної води на вході в водогрійні котли

$$t_{вк2} = 55^{\circ} \text{ C}.$$

2.2.24. Температура мережної води на виході з водогрійних котлів

$$t_{вк1} = 85^{\circ} \text{ C}.$$

2.2.25. Витрата води від водогрійних котлів в теплову мережу

$$G_{мер}^{6.к} = G_{вк.Σ} = 26,6 \text{ кг/с}$$

2.2.26. Сумарна витрата води перед насосами мережної води

$$G_{мер} = G_{обор.мер} + G_{вит}, \quad (2.23)$$

$$G_{мер} = 26,6 + 0,4 = 27 \text{ кг/с}$$

Зведемо результати до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків теплової схеми

Найменування величини	Позначення	Одиниця	Значення величин для режимів			
			I	II	III	
1	2	3	4	5	6	
Температура зовнішнього повітря	$t_{зовн}$	$^{\circ} \text{C}$	-23	-5,6	-5,6	
Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря	$K_{0.6}$		1	0,6	0,6	
Сумарний відпуск теплоти на опалення та вентиляцію	$Q_{0.6}$	МВт	2,1	1,3	1,3	
Сумарний відпуск теплоти на ГВП	$Q_{г.в}^3$	МВт	1,3	1,3	1,3	
Температура прямої мережної води на виході з котельні	t_1	$^{\circ} \text{C}$	85	59	59	
Температура зворотної мережної води на виході з котельні	$t_2^{0.6}$	$^{\circ} \text{C}$	55	40	40	
Розрахункова витрата мережної води на опалення та вентиляцію	$G_{0.6}$	кг/с	16,7	16,7	16,	
Витрата мережної води на підігрівачі ГВП в зимовий період(при спільній роботі	$G_{Г.В}^{ГВС+0.В.}$	кг/с	10,3	17,2	17,2	

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

контурів ГВП та опалення)						
Температура зворотної мережної води на вході в котельню в зимовий період(після підігрівача ГВП)	$t_2^{звп}$	°C	40	50,7	50,7	

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
Витрата мережної води на підігрівачі ГВП в зимовий період(при окремій роботі контурів ГВП та опалення)	$G_{г.в}^{звп}$	кг/с	10,3	17,2	17,2
Температура зворотної мережної води на вході в котельню в літній період(після підігрівача ГВП)			-	-	-
Розрахункова витрата мережевої води після мережевого насосу(при спільній роботі контурів ГВП і опалення)	$G_{мер}$	кг/с	27	33,6	33,6
Витрата підживлюваної води на поповнення витоків з мережі	$G_{вит}$	кг/с	0,4	0,3	0,3
Сумарна витрата підживлюваної води	$G_{то\Sigma}$	кг/с	6	5,8	5,8
Витрата поворотної мережної води(при спільній роботі контурів ГВП і опалення)	$G_{мер.обор.}$	кг/с	27	33,4	33,4
Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами	Q_{κ}^{ϵ}	МВт	3,4	2,52	2,52
Потрібна кількість працюючих водогрійних котлів					
-на опалення	$N_{\kappa.р.}^{0.в.}$	Комп	2	2	2
-на ГВП	$N_{\kappa.р.}^{г.в.}$	Комп.	2	2	2
Відсоток завантаження працюючих водогрійних котлів	$K_{загр.}^{\epsilon}$	%	73,28	54,31	54,31

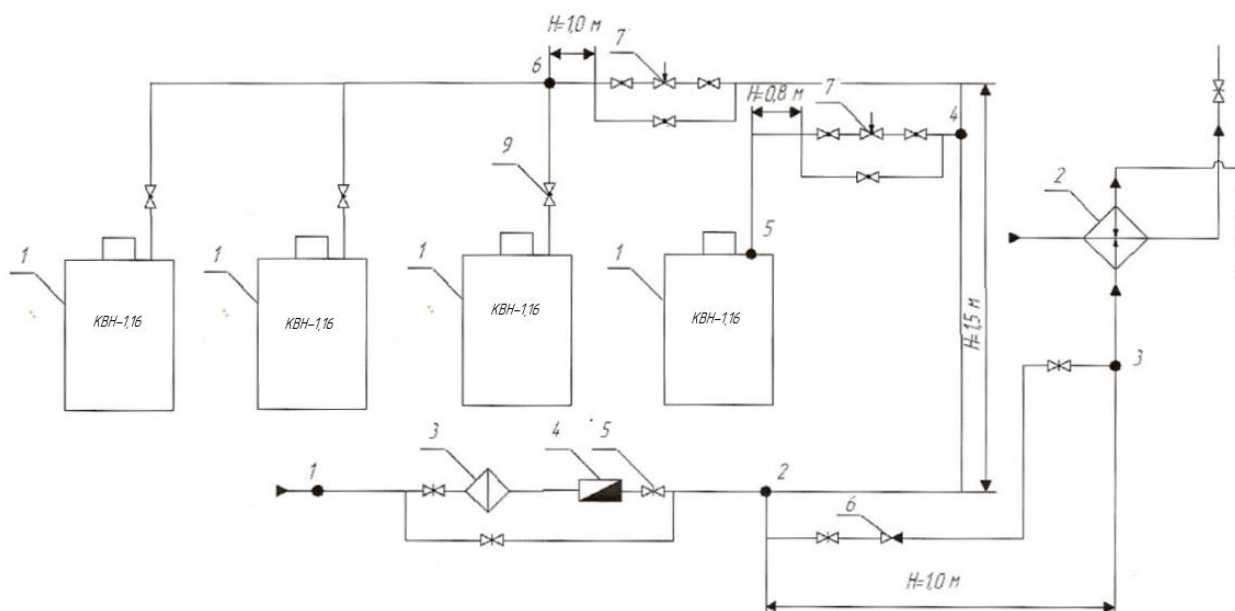
3 ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТРУБОПРОВОДІВ

Ціллю даного розрахунку є визначення діаметру трубопроводів, визначення втрат тиску. По результатам розрахунків вибирають обладнання для котельної, тип труб.

3.1 Трубопроводи підживлюваної води

Вихідні дані:

- витрата підживлюваної води, яка поступає в мережу $G_{\text{вит}} = 0,4 \text{ кг/с}$;
- витрата води на ГВП для споживачів $G_{\text{г.в.}}^{\text{сп.}} = 5,6 \text{ кг/с}$;
- густина підживлюваної води $\rho_{t=5} = 999,8 \text{ кг/м}^3$;
- довжина розрахункових ділянок: $l_{(1-2)} = 4,7 \text{ м}$, $l_{(2-3)} = 5,1 \text{ м}$, $l_{(2-4)} = 1,5 \text{ м}$, $l_{(4-5)} = 4,35 \text{ (м.)}$, $l_{(4-6)} = 7,7 \text{ (м.)}$ (див. рис.3.1).



1 – контактний водонагрівач; 2 – пластинчатий теплообмінник; 3 – сітчастий фільтр; 4 – лічильник холодної води; 5 – запірна арматура; 6 – зворотний клапан; 7 – ел.магнітний клапан.

Рисунок 3.1 – Схема трубопроводів підживлюваної води

3.1.1 Об'ємна втрата води, м³/год

а) Підживлювальні води

$$V_{\Sigma \text{нід}} = \frac{G_{\text{вит}}}{\rho_{\text{нит}}} \cdot 3600, \quad (3.1)$$

$$V_{\Sigma \text{нід}} = \frac{0,4}{999,8} \cdot 3600 = 1,44 \text{ м}^3/\text{год}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

б) ГВП споживачів

$$V_{\text{з.в.}}^{\text{сп.}} = \frac{G^{\text{сп.}}}{\rho_{\text{ннт}}} \cdot 3600, \quad (3.2)$$

$$V_{\text{зв}}^{\text{сп}} = \frac{5,6}{999,8} \cdot 3600 = 20,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

в) Сумарна витрата

$$V_{\text{жив}} = V_{\text{під}} + V_{\text{з.в.}}^{\text{сп.}}, \quad (3.3)$$

$$V_{\text{жив}} = 1,44 + 20,2 = 21,64 \text{ м}^3/\text{год.}$$

3.1.2 Приймаю швидкість руху води на ділянках 1-2, 2-3

$$w_{\text{г}}^{1-2} = w_{\text{г}}^{2-3} = 1 \text{ м/с}; 2-4 \quad w_{\text{г}}^{2-4} = 0,6 \text{ (м/с)}; 4-5, 4-6 \quad w_{\text{г}}^{4-5} = w_{\text{г}}^{5-6} = 0,5 \text{ м/с};$$

3.1.3 Діаметри трубопроводів

З рівняння нерозривності(суцільності)

$$V = w_{\text{г}} \cdot f, \quad (3.4)$$

де V – об'ємна витрата вода, кг/с;

$w_{\text{в}}$ – швидкість води, м/с;

f – площа поперечного перерізу трубопроводу, м².

Враховуючи, що

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (3.5)$$

Будемо мати

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_{\text{г}} \cdot 3600} \right)}. \quad (3.6)$$

а) На ділянці 1-2

$$d_{\text{вн}}^{(1-2)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 21,64}{3,14 \cdot 1 \cdot 3600} \right)} = 0,088 \text{ м.}$$

б) На ділянці 2-3

$$d_{\text{вн}}^{(2-3)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 20,2}{3,14 \cdot 1 \cdot 3600} \right)} = 0,085 \text{ м.}$$

в) На ділянці 2-4

$$d_{\text{вн}}^{(2-4)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 1,44}{3,14 \cdot 0,6 \cdot 3600} \right)} = 0,03 \text{ м.}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

г) На ділянці 4-5

$$d_{\text{вн}}^{(4-5)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 0,36}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 3600}\right)} = 0,016 \text{ м.}$$

д) На ділянці 4-6

$$d_{\text{вн}}^{(4-6)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 1,08}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 3600}\right)} = 0,028 \text{ м.}$$

Приймаю по ГОСТ 8732-78 стандартні значення діаметрів :

$$d_3^{(1-2)} = 95 \times 3,5 \text{ мм;}$$

$$d_3^{(2-3)} = 95 \times 3,5 \text{ мм;}$$

$$d_3^{(2-4)} = 35 \times 2,5 \text{ мм;}$$

$$d_3^{(4-5)} = 22 \times 3 \text{ мм;}$$

$$d_3^{(4-6)} = 35 \times 3 \text{ мм.}$$

3.1.4 Дійсні швидкості руху рідини

З формул (3.4) та (3.5) виразимо $w_{\text{г}}$. Будемо мати

$$w_{\text{г}} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot (d_{\text{вн}})^2}; \quad (3.7)$$

а) Ділянка 1-2

$$w_{\text{г}}^{1-2} = \frac{4 \cdot 21,64}{3,14 \cdot 0,088^2 \cdot 3600} = 1 \text{ м/с.}$$

б) Ділянка 2-3

$$w_{\text{г}}^{2-3} = \frac{4 \cdot 20,2}{3,14 \cdot 0,088^2 \cdot 3600} = 0,92 \text{ м/с.}$$

в) Ділянка 2-4

$$w_{\text{г}}^{2-4} = \frac{4 \cdot 1,44}{3,14 \cdot 0,03^2 \cdot 3600} = 0,57 \text{ м/с.}$$

г) Ділянка 4-5

$$w_{\text{г}}^{4-5} = \frac{4 \cdot 0,36}{3,14 \cdot 0,016^2 \cdot 3600} = 0,5 \text{ м/с.}$$

д) Ділянка 4-6

$$w_{\text{г}}^{4-6} = \frac{4 \cdot 1,08}{3,14 \cdot 0,029^2 \cdot 3600} = 0,45 \text{ м/с.}$$

3.1.5 Число Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{w \cdot d_{\text{вн}}}{\nu}. \quad (3.8)$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\nu = f(t = 5^{\circ}C) = 1,547 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

а) Ділянка 1-2

$$\text{Re}^{1-2} = \frac{1 \cdot 0,088}{1,547 \cdot 10^{-6}} = 5,7 \cdot 10^4.$$

б) Ділянка 2-3

$$\text{Re}^{2-3} = \frac{0,92 \cdot 0,088}{1,547 \cdot 10^{-6}} = 5,2 \cdot 10^4.$$

3.1.6 Коефіцієнт опору тертя

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{K_{\vartheta}}{d_{\text{вн}}} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}. \quad (3.9)$$

а) Ділянка 1-2

$$\lambda_{1-2} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{88} + \frac{68}{5,7 \cdot 10^4} \right)^{0,25} = 0,024.$$

б) Ділянка 2-3

$$\lambda_{2-3} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{88} + \frac{68}{5,2 \cdot 10^4} \right)^{0,25} = 0,024.$$

3.1.7 Питомі втрати тиску на тертя

$$R = n \cdot \lambda \cdot \frac{\rho_{\text{нм}} \cdot w_{\text{в}}^2}{2} \cdot \frac{1}{d_{\text{вн}}}. \quad (3.10)$$

$$R_{1-2} = 1 \cdot 0,024 \cdot \frac{999,8 \cdot 1^2}{2} \cdot \frac{1}{0,088} = 136 \text{ Па/м}.$$

$$R_{2-3} = 1 \cdot 0,024 \cdot \frac{999,8 \cdot 0,92^2}{2} \cdot \frac{1}{0,088} = 115 \text{ Па/м}.$$

3.1.8 Втрати тиску на місцеві опори

$$Z = \sum \xi \cdot \frac{\rho_{\text{жид}} \cdot w_{\text{в}}^2}{2}. \quad (3.11)$$

На ділянці 1-2 присутні такі місцеві опори, поворотна задвижка(4 шт.) – 0,3 (кПа), сітчастий фільтр (1шт.)- 2 кПа, витратомір(1 шт.) – 0,3 (кПа).

На ділянці 2-3 присутні такі місцеві опори: поворот на 90°(5 шт.) - $\xi = 1$, поворотна задвижка(2 шт.) – 0,3 (кПа), оборотний клапан – 0,3 (кПа).

а) Ділянка 1-2

$$Z_{1-2} = 300 \cdot 4 + 2000 + 300 = 3500 \text{ Па}.$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) Ділянка 2-3

$$Z_{2-3} = 1,0 \cdot 5 \cdot \frac{999,8 \cdot 0,92^2}{2} + 300 + 2 \cdot 300 = 3016 \text{ Па.}$$

3.1.9 Втрати тиску по тракту води

$$\Delta P = R \cdot l + Z. \quad (3.12)$$

$$\Delta P_{тр}^{1-2} = 136 \cdot 4,7 + 3500 = 4139 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{тр}^{2-3} = 115 \cdot 5,1 + 3016 = 3603 \text{ Па.}$$

3.1.10 Сумарні втрати тиску

$$\Delta P = \Delta P_{тр}^{1-2} + \Delta P_{тр}^{2-3}. \quad (3.13)$$

$$\Delta P = 4139 + 3603 = 7742 \text{ Па.}$$

3.1.11 Необхідний напір холодної води на вході в котельню

$$H_{жив} = (H \cdot g \cdot \rho + \Delta P_{тр}) \cdot 10^{-6} + H_{хол} \quad (3.14)$$

$$H_{жив} = (1 \cdot 9,81 \cdot 999,8 + 7742) \cdot 10^{-6} + 0,451 = 0,469 \text{ МПа} = 46,9 \text{ м.вод.ст.}$$

3.2 Трубопроводи гарячого водопостачання

Вихідні дані:

-витрата гріючої води на підігрівачі ГВС в зимовий період

$$G_{2.6}^{gen} = 17,2 \text{ кг/с;}$$

-витрата води на ГВП для споживачів

$$G_{2.6}^{gen} = 5,6 \text{ кг/с;}$$

-густина гріючого теплоносія

$$\rho_1 = f(t = 70^\circ \text{C}) = 977,8 \text{ кг/м}^3;$$

-густина нагрівального теплоносія

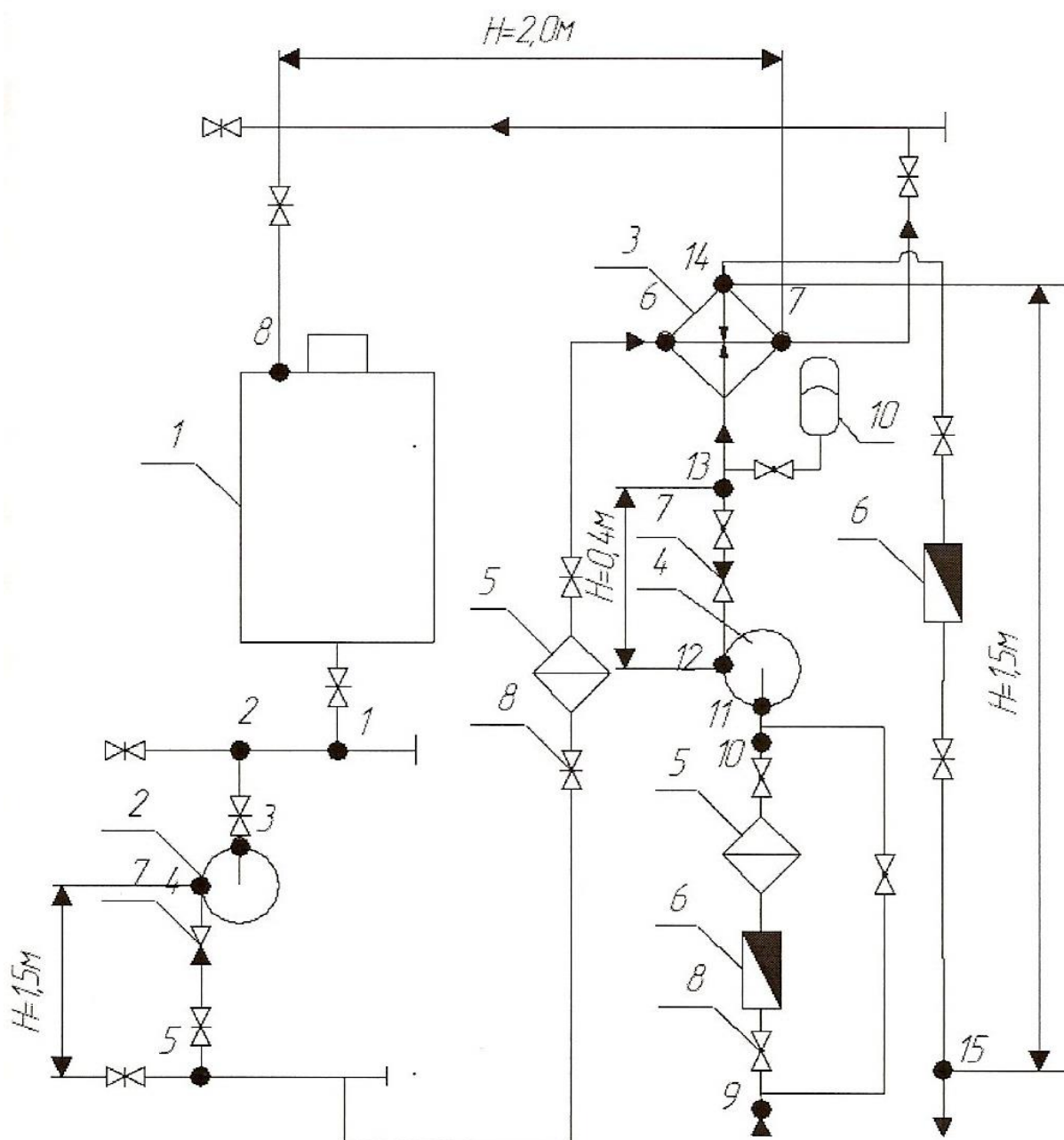
$$\rho_2 = f(t = 60^\circ \text{C}) = 983,2 \text{ кг/м}^3;$$

-довжини розрахункових ділянок

$$l_{(4-5)} = 2,4 \text{ м, } l_{(5-6)} = 3 \text{ м, } l_{(7-8)} = 6 \text{ м, } l_{(13-15)} = 2,3 \text{ м, } l_{(14-15)} = 9,9 \text{ м.}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис 3.2 зображена схема ділянки, по якій будемо вести розрахунки.



1 – контактний водонагрівач КВН; 2 – насос ГВП; 3 – пластинчатий теплообмінник; 4 – циркуляційний насос ГВП; 5 – сітчастий фільтр; 6 – лічильник гарячого водопостачання; 7 – зворотний клапан; 8 – запірна арматура; 8 – гідропневмобак;

Рисунок 3.2 – Схема трубопроводів ГВП

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТП 51 67 016 ПЗ

Арк.

30

3.2.1 Об'ємна витрата ГВП, м³/год.

$$V_{\text{ГВ}}^{\text{ГВП}} = \frac{G_{\text{ГВ}}^{\text{ГВП}}}{\rho_1} \cdot 3600. \quad (3.15)$$

$$V_{\text{ГВ}}^{\text{ГВП}} = \frac{17,2}{977,8} \cdot 3600 = 63,3 \text{ м}^3/\text{год}.$$

3.2.2 Об'ємна витрата циркуляційного насоса ГВП, м³/год.

$$V_{\text{ГВ}}^{\text{СП}} = \frac{G_{\text{ГВ}}^{\text{СП}}}{\rho_2} \cdot 3600. \quad (3.16)$$

$$V_{\text{ГВ}}^{\text{СП}} = \frac{5,6}{983,2} \cdot 3600 = 20,5 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приймаю швидкості руху води на ділянках:

$$(1-2) \ w_{\text{г}}^{(1-2)} = 0,15 \text{ м/с}; (2-3) \text{ і } (10-11) \ w_{\text{г}}^{(2-3)} = w_{\text{г}}^{(10-11)} = 0,5 \text{ м/с}; (4-5) \text{ і } (12-13) \\ w_{\text{г}}^{(4-5)} = w_{\text{г}}^{(12-13)} = 1,5 \text{ м/с}; (5-6), (7-8), (9-10) \text{ і } (14-15) \ w_{\text{г}}^{(5-6)} = w_{\text{г}}^{(7-8)} = w_{\text{г}}^{(9-10)} = w_{\text{г}}^{(14-15)} = 1,2 \text{ м/с};$$

Визначаємо діаметри трубопроводів для даних ділянок по формулі (3.6).

а) Ділянка (1-2)

$$d_{\text{вн}}^{(1-2)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 63,3}{3,14 \cdot 0,15 \cdot 3600} \right)} = 0,384 \text{ м}.$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (1-2) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(1-2)} = 402 \times 9 \text{ мм}.$$

б) Ділянка (2-3)

$$d_{\text{вн}}^{(2-3)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 63,3}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 3600} \right)} = 0,206 \text{ м}.$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (2-3) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(2-3)} = 219 \times 6 \text{ мм}.$$

в) Ділянка (4-5)

$$d_{\text{вн}}^{(4-5)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 63,3}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 3600} \right)} = 0,122 \text{ м}.$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (4-5) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(4-5)} = 133 \times 4 \text{ мм}.$$

г) Ділянки (5-6) і (7-8)

$$d_{\text{вн}}^{(5-6)} = d_{\text{вн}}^{(7-8)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 63,3}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 3600} \right)} = 0,137 \text{ м}.$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По ГОСТ 10704-76 на ділянках (5-6) і (7-8) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(5-6)} = d_3^{(7-8)} = 152 \times 4,5 \text{ мм.}$$

д) Ділянка (9-10)

Кількість поверненої води в системі ГВП може сягати від 10% до 100%, тому

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot (0,1 + 1) \cdot V}{\pi \cdot w_g \cdot 3600} \right)} \quad (3.17)$$

$$d_{\text{вн}}^{(9-10)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 0,55 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 0,8 \cdot 3600} \right)} = 0,07 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (9-10) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(9-10)} = 76 \times 3 \text{ мм.}$$

е) Ділянка (10-11)

Кількість поверненої води в системі ГВП може сягати від 10% до 100%.

Розрахунок ведемо по формулі (3.17)

$$d_{\text{вн}}^{(10-11)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 0,55 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 3600} \right)} = 0,089 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (10-11) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(10-11)} = 95 \times 3 \text{ мм.}$$

є) Ділянка (12-13)

Розрахунок ведемо по формулі (3.17).

Кількість поверненої води в системі ГВП може сягати від 10% до 100%

$$d_{\text{вн}}^{(12-13)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 0,55 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 3600} \right)} = 0,051 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (12-13) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(12-13)} = 57 \times 3 \text{ мм.}$$

ж) Ділянка (14-15)

Кількість поверненої води в системі ГВП може сягати від 10% до 100%.

Розрахунок ведемо по формулі (3.17)

$$d_{\text{вн}}^{(14-15)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 0,55 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 3600} \right)} = 0,057 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (9-10) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(14-15)} = 63,5 \times 3 \text{ мм.}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дійсна швидкість

Розраховуємо величину для всіх ділянок по формулі (3.7)

а) Ділянка (1-2)

$$w_{\epsilon}^{(1-2)} = \frac{4 \cdot 63,3}{3,14 \cdot (0,384)^2 \cdot 3600} = 0,15 \text{ м/с.}$$

б) Ділянка (2-3)

$$w_{\epsilon}^{(2-3)} = \frac{4 \cdot 63,3}{3,14 \cdot (0,207)^2 \cdot 3600} = 0,5 \text{ м/с.}$$

3.2.3 Дійсна швидкість на ділянці (4-5)

$$w_{\epsilon}^{(4-5)} = \frac{4 \cdot V_{\epsilon \theta c}}{\pi \cdot (d_{\epsilon H}^{(4-5)})^2 \cdot 3600}$$

$$w_{\epsilon}^{(4-5)} = \frac{4 \cdot 63,3}{3,14 \cdot (0,125)^2 \cdot 3600} = 1,4 \text{ м/с.}$$

3.2.4. Дійсна швидкість на ділянках (5-6) і (7-8)

$$w_{\epsilon}^{(5-6)} = w_{\epsilon}^{(7-8)} = \frac{4 \cdot V_{\epsilon \theta c}}{\pi \cdot (d_{\epsilon H}^{(5-6)})^2 \cdot 3600}$$

$$w_{\epsilon}^{(5-6)} = w_{\epsilon}^{(7-8)} = \frac{4 \cdot 63,3}{3,14 \cdot (0,143)^2 \cdot 3600} = 1,1 \text{ м/с.}$$

3.2.5. Дійсна швидкість на ділянці (9-10)

$$w_{\epsilon}^{(9-10)} = \frac{4 \cdot 0,55 \cdot V_{\epsilon \theta c}}{\pi \cdot (d_{\epsilon H}^{(9-10)})^2 \cdot 3600}$$

$$w_{\epsilon}^{(9-10)} = \frac{4 \cdot 0,55 \cdot 20,5}{3,14 \cdot (0,07)^2 \cdot 3600} = 0,8 \text{ м/с.}$$

3.2.6 Дійсна швидкість на ділянці (10-11)

$$w_{\epsilon}^{(10-11)} = \frac{4 \cdot 0,55 \cdot V_{\epsilon \theta c}}{\pi \cdot (d_{\epsilon H}^{(10-11)})^2 \cdot 3600}$$

$$w_{\epsilon}^{(10-11)} = \frac{4 \cdot 0,55 \cdot 20,5}{3,14 \cdot (0,089)^2 \cdot 3600} = 0,5 \text{ м/с.}$$

3.2.7 Дійсна швидкість на ділянці (12-13)

$$w_{\epsilon}^{(12-13)} = \frac{4 \cdot 0,55 \cdot V_{\epsilon \theta c}}{\pi \cdot (d_{\epsilon H}^{(12-13)})^2 \cdot 3600}$$

$$w_{\epsilon}^{(12-13)} = \frac{4 \cdot 0,55 \cdot 20,5}{3,14 \cdot (0,051)^2 \cdot 3600} = 1,5 \text{ м/с.}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.8 Дійсна швидкість на ділянці (14-15)

$$W_{\epsilon}^{(14-15)} = \frac{4 \cdot 0,55 \cdot V_{\epsilon}^{260}}{\pi \cdot (d_{\epsilon}^{(14-15)})^2 \cdot 3600}$$

$$W_{\epsilon}^{(14-15)} = \frac{4 \cdot 0,55 \cdot 20,5}{3,14 \cdot (0,0575)^2 \cdot 3600} = 1,2 \text{ м/с.}$$

3.2.9 Число Рейнольдса

Розраховуємо по формулі (3.8)

$$\nu = f(t = 70^{\circ} \text{C}) = 0,458 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{/с);}$$

$$\nu = f(t = 60^{\circ} \text{C}) = 0,478 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{/с)}$$

$$\text{Re}^{4-5} = \frac{1,4 \cdot 0,131}{0,458 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^5$$

$$\text{Re}^{5-6} = \text{Re}^{7-8} = \frac{1,1 \cdot 0,143}{0,458 \cdot 10^{-6}} = 3,43 \cdot 10^5$$

$$\text{Re}^{12-13} = \frac{1,5 \cdot 0,051}{0,478 \cdot 10^{-6}} = 1,6 \cdot 10^5$$

$$\text{Re}^{14-15} = \frac{1,2 \cdot 0,0575}{0,478 \cdot 10^{-6}} = 1,44 \cdot 10^5$$

3.2.10 Коефіцієнт опору тертя

Розраховуємо по формулі (3.8)

$$\lambda^{4-5} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{131} + \frac{68}{4 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 0,019$$

$$\lambda^{5-6} = \lambda^{7-8} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{143} + \frac{68}{3,43 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 0,019$$

$$\lambda^{12-13} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{51} + \frac{68}{1,6 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 0,024$$

$$\lambda^{14-15} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{57,5} + \frac{68}{1,44 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 0,024$$

3.2.11 Питомі втрати тиску на тертя

Розраховуємо по формулі (3.9)

$$R^{4-5} = 0,019 \cdot \frac{977,8 \cdot 1,4^2}{2} \cdot \frac{1}{0,131} = 139 \text{ Па/м.}$$

$$R^{5-6} = R^{7-8} = 0,019 \cdot \frac{977,8 \cdot 1,1^2}{2} \cdot \frac{1}{0,143} = 78,6 \text{ Па/м.}$$

$$R^{12-13} = 0,024 \cdot \frac{983,2 \cdot 1,5^2}{2} \cdot \frac{1}{0,051} = 521 \text{ Па/м.}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$R^{14-15} = 0,024 \cdot \frac{983,2 \cdot 1,2^2}{2} \cdot \frac{1}{0,0575} = 295,5 \text{ Па/м.}$$

3.2.12 Втрати тиску на місцеві опори

На ділянці 4-5 присутні такі місцеві опори: різке розширення (1шт) $\xi_{p.p.} = 0,5$, поворот на 90° (1 шт.) - $\xi_{нов} = 1,0$, зворотний клапан D_y60 (1 шт.) – 0,5 кПа, поворотна засувка D_y80 (1шт.) – 0,7 (кПа).

На ділянці 5-6 присутні такі місцеві опори: різке звуження (3шт) - $\xi_{p.з.} = 0,5$, поворот на 90° (1 шт.) - $\xi_{нов} = 1,0$, поворотна засувка D_y80 (2шт.) – 0,7 кПа, сітчастий фільтр (1шт.) – 9 (кПа).

На ділянці 7-8 присутні такі місцеві опори: різке звуження (1шт) - $\xi_{p.з.} = 0,5$, поворот на 90° (5 шт.) - $\xi_{нов} = 1,0$, поворотна засувка D_y80 (2шт.) – 0,7 кПа.

На ділянці 12-13 присутні такі місцеві опори: різке звуження (2 шт) - $\xi_{p.з.} = 0,5$, поворот на 90° (2 шт.) - $\xi_{нов} = 1,0$, зворотний клапан D_y50 (1 шт.) – 0,4 кПа, кран кульовий D_y50 (1 шт.) – 0,05 кПа.

На ділянці 14-15 присутні такі місцеві опори: поворот на 90° (2 шт.) - $\xi_{нов} = 1,0$, поворотна засувка D_y80 (2шт.) – 0,7 кПа ,витратомір D_y80 (1шт.) – 0,4 кПа

На ділянках 6-7 та 13-14 теплообмінник має опір на гріючий та нагріваючий сторонах має опори відповідно.

3.2.13 Втрати тиску на місцеві опори

Розраховуємо по формулі (3.9)

$$Z^{4-5} = (0,5 + 1) \cdot \frac{977,8 \cdot 1,4^2}{2} + 500 + 700 = 2637,4 \text{ Па.}$$

$$Z^{5-6} = (0,5 \cdot 3 + 1,0) \cdot \frac{977,8 \cdot 1,1^2}{2} + 700 \cdot 2 + 9000 = 11879 \text{ Па.}$$

$$Z^{7-8} = (0,5 \cdot 1 + 1,0 \cdot 5) \cdot \frac{977,8 \cdot 1,1^2}{2} + 700 \cdot 2 = 4654 \text{ Па.}$$

$$Z^{12-13} = (0,5 \cdot 2 + 1,0 \cdot 2) \cdot \frac{983,2 \cdot 1,5^2}{2} + 400 + 50 = 3768,3 \text{ Па.}$$

$$Z^{14-15} = 1,0 \cdot 2 \cdot \frac{983,2 \cdot 1,2^2}{2} + 400 + 700 \cdot 2 = 3216 \text{ Па.}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.14 Втрати тиску по тракту ГВП

Розраховуємо по формулі (3.9)

$$\Delta P_{mp}^{4-5} = 139 \cdot 2,4 + 2637,4 = 2971 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{mp}^{5-6} = 78,6 \cdot 3 + 11879 = 11958 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{mp}^{7-8} = 78,6 \cdot 6 + 4654 = 5126 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{mp}^{12-13} = 521 \cdot 2,3 + 3768,3 = 4967 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{mp}^{14-15} = 295,5 \cdot 9,9 + 3216 = 6141 \text{ Па.}$$

3.2.15 Сумарні втрати тиску

$$\Delta P_{mp1} = \Delta P_{mp1}^{4-5} + \Delta P_{mp1}^{5-6} + \Delta P_{mp1}^{6-7} + \Delta P_{mp1}^{7-8},$$

де $\Delta P_{mp1}^{6-7} = 49680 \text{ Па}$ - гідравлічний опір теплообмінника.

$$\Delta P_{mp1} = 2971 + 11958 + 49680 + 5126 = 69735 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{mp2} = \Delta P_{mp}^{12-13} + \Delta P_{mp}^{13-14} + \Delta P_{mp}^{14-15}$$

$$\Delta P_{mp2} = 4967 + 16760 + 6141 = 27868 \text{ Па.}$$

3.2.16 Необхідний напір насоса ГВП

$$H_{\text{зеп}} = P_{\text{ex}} + (H \cdot g \cdot \rho + \Delta P_{mp1}) \cdot 10^{-6}$$

$$2 \text{ МПа} = 17,3 \text{ м.вод.ст.}$$

3.2.17 Необхідний напір холодної води перед теплообмінником

$$H_{\text{зеп}} = P_{\text{вих}} + (H \cdot g \cdot \rho_2 + \Delta P_{mp2}) \cdot 10^{-6}$$

$$H_{\text{зеп}} = 0,38 + (1,5 \cdot 9,81 \cdot 983,2 + 27868) \cdot 10^{-6} = 0,423 \text{ МПа} = 42,3 \text{ м.вод.ст.}$$

3.3 Трубопроводи мережевої води

Вихідні дані

-витрата мережевої води

$G_{\text{мер}} = 33,4 \text{ кг/с}$ (максимальне значення отримане при розрахунку 2 режиму теплової схеми);

-густина прямої води

$$\rho = f(t = 85^\circ \text{C}) = 968,55 \text{ кг/м}^3;$$

-густина оборотної води

$$\rho = f(t = 55^\circ \text{C}) = 985,6 \text{ кг/м}^3;$$

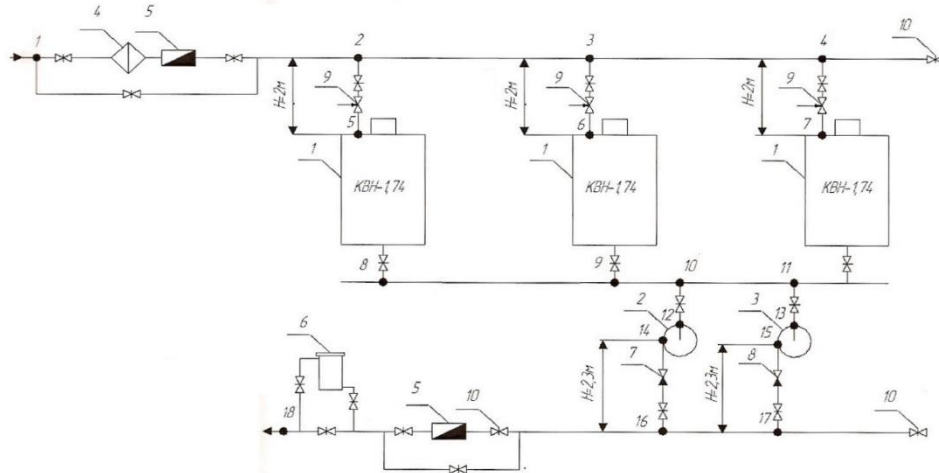
					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-довжини розрахункових ділянок

$$l_{(1-2)} = l_{(2-3)} = l_{(3-4)} = 6,5 \text{ (м)}, l_{(2-5)} = l_{(3-6)} = l_{(4-7)} = 5,4 \text{ (м)}, l_{(10-12)} = l_{(11-13)} = 0,65 \text{ м},$$

$$l_{(14-16)} = l_{(15-17)} = 3,1 \text{ м}, l_{(16-18)} = 1,6 \text{ м}.$$

Схема мережєвих трубопроводів показана на рис.3.3.



1 – Контактний водонагрівач; 2 – основний мережєвий насос; 3 – резервний мережєвий насос; 4 – сітчастий фільтр; 5 – лічильник гарячої води; 6 – установка активного магнієвого захисту Щит-3У; 7,8 – зворотний клапан; 9 – відсічний ел. магнітний клапан; 10 – запірна арматура.

Рисунок 3.3 – Схема мережєвих трубопроводів

3.3.1 Подача мережєвого насоса

$$V_{мер} = \frac{G_{мер}}{\rho_{мер}} \cdot 3600 \quad (3.18)$$

$$V_{мер} = \frac{33,4}{984} \cdot 3600 = 122,2 \text{ м}^3/\text{год}.$$

3.3.2 Приймаю швидкості руху води в трубах на ділянках

(1-2) і (16-19) $w_g^{(1-2)} = w_g^{(13-17)} = 1,2 \text{ м/с}$; (2-5), (3-6), (4-7) $w_g^{(2-5)} = w_g^{(3-6)} = w_g^{(4-7)} = 0,8 \text{ (м/с)}$; (8-9)

і (8-10) $w_g^{(8-9)} = w_g^{(8-10)} = 0,15 \text{ м/с}$; (10-12) і (11-13) $w_g^{(10-12)} = w_g^{(11-13)} = 0,5 \text{ м/с}$; (14-16) і

(15-17) $w_g^{(14-16)} = w_g^{(15-17)} = 1,5 \text{ м/с}.$

3.3.3. Діаметри трубопроводів

Розраховуємо за формулою (3.6)

а) ділянки 1-2 та 16-18

$$d_{вн}^{(1-2)} = d_{вн}^{(16-18)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 122,2}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 3600} \right)} = 0,19 \text{ м}.$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянках (1-2) та (16-18) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(1-2)} = d_3^{(16-18)} = 219 \times 4 \text{ мм}$$

б) ділянки (2-5), (3-6) і (4-7)

Так як потік розділяється на 3 частини, то формула для розрахунку діаметру на цій ділянці набуде такого вигляду

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot \frac{V_{\text{мер}}}{3}}{\pi \cdot w_g \cdot 3600} \right)} \quad (3.19)$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot \frac{122,2}{3}}{\pi \cdot 0,8 \cdot 3600} \right)} = 0,134 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянках (2-5), (3-6) і (4-7) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(2-5)} = d_3^{(3-6)} = d_3^{(4-7)} = 152 \times 4 \text{ мм.}$$

в) ділянка (8-9)

Загальний потік мережевої води на цій ділянці втричі менший плюс масова витрата на ГВП при спільній роботі контурів, тому формула буде мати вигляд

$$d_{\text{вн}}^{(8-9)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot \left(\frac{V_{\text{мер}}}{3} + V_{\text{зв}} \right)}{\pi \cdot w_g^{(8-9)} \cdot 3600} \right)} \quad (3.20)$$

$$d_{\text{вн}}^{(8-9)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot \left(\frac{122,2}{3} + 60 \right)}{3,14 \cdot 0,15 \cdot 3600} \right)} = 0,487 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (8-9) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(8-9)} = 508 \times 5 \text{ мм.}$$

г) ділянки (9-10) і (9-11)

Загальний потік мережевої води на цих ділянках дорівнює двом третинам загального потоку плюс масова витрата на ГВП при спільній роботі контурів, тому формула буде мати вигляд

$$d_{\text{вн}}^{(9-10)} = d_{\text{вн}}^{(9-11)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot \left(\frac{2 \cdot V_{\text{мер}}}{3} + V_{\text{зв}} \right)}{\pi \cdot w_g^{(9-10)} \cdot 3600} \right)} \quad (3.21)$$

$$d_{\text{вн}}^{(9-10)} = d_{\text{вн}}^{(9-11)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot \left(\frac{2 \cdot 122,2}{3} + 60 \right)}{3,14 \cdot 0,15 \cdot 3600} \right)} = 0,577 \text{ м.}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По ГОСТ 10704-76 на ділянках (9-10) і (9-11) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(9-10)} = d_3^{(9-11)} = 630 \times 7 \text{ мм.}$$

д) ділянка (10-12)

$$d_{\text{вн}}^{(10-12)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot (122,2 + 60)}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 3600} \right)} = 0,36 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (10-12) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(10-12)} = 377 \times 4 \text{ мм.}$$

е) ділянка (11-13)

$$d_{\text{вн}}^{(11-13)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 122,2}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 3600} \right)} = 0,294 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (11-13) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(11-13)} = 325 \times 4 \text{ мм.}$$

є) ділянка (14-16)

$$d_{\text{вн}}^{(14-16)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot (122,2 + 60)}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 3600} \right)} = 0,207 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (11-13) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(14-16)} = 219 \times 4 \text{ мм.}$$

ж) ділянка (15-17)

$$d_{\text{вн}}^{(15-17)} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 122,2}{3,14 \cdot 1,5 \cdot 3600} \right)} = 0,17 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-76 на ділянці (11-13) приймаю діаметр трубопроводу

$$d_3^{(15-17)} = 180 \times 4 \text{ мм.}$$

3.3.4 Дійсна швидкість

Розраховуємо для ділянок за формулою (3.7)

а) ділянки (1-2) і (16-18)

$$w_{\text{г}}^{(1-2)} = w_{\text{г}}^{(16-18)} \frac{4 \cdot 122,2}{3,14 \cdot (0,211)^2 \cdot 3600} = 0,97 \text{ м/с.}$$

б) ділянки (2-5),(3-6)і(4-7)

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$w_g^{(2-5)} = w_g^{(3-6)} = w_g^{(4-7)} = \frac{4 \cdot \frac{122,2}{3}}{3,14 \cdot (0,144)^2 \cdot 3600} = 0,7 \text{ м/с.}$$

в) ділянка (14-16)

$$w_g^{(14-16)} = \frac{4 \cdot (122,2 + 60)}{3,14 \cdot (0,211)^2 \cdot 3600} = 1,45 \text{ м/с.}$$

г) ділянка (15-17)

$$w_g^{(15-17)} = \frac{4 \cdot 122,2}{3,14 \cdot (0,172)^2 \cdot 3600} = 1,46 \text{ м/с.}$$

3.3.5. Число Рейнольдса

Розраховуємо по формулі (3.8)

$$\nu = f(t = 59^\circ \text{C}) = 0,492 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$$

$$\nu = f(t = 41^\circ \text{C}) = 0,6528 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с};$$

$$\text{Re} = \frac{w_g \cdot d_{\text{BH}}}{\nu}$$

$$\text{Re}^{1-2} = \text{Re}^{16-18} = \frac{0,97 \cdot 0,211}{0,6528 \cdot 10^{-6}} = 3,14 \cdot 10^5;$$

$$\text{Re}^{2-5} = \text{Re}^{3-6} = \text{Re}^{4-7} = \frac{0,7 \cdot 0,144}{0,6528 \cdot 10^{-6}} = 1,54 \cdot 10^5;$$

$$\text{Re}^{14-16} = \frac{1,45 \cdot 0,211}{0,492 \cdot 10^{-6}} = 6,21 \cdot 10^5;$$

$$\text{Re}^{15-17} = \frac{1,46 \cdot 0,172}{0,492 \cdot 10^{-6}} = 5,1 \cdot 10^5.$$

3.3.6 Коефіцієнт опору тертя

Розраховуємо по формулі (3.9)

$$\lambda^{1-2} = \lambda^{16-18} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{211} + \frac{68}{3,14 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 0,017;$$

$$\lambda^{2-5} = \lambda^{3-6} = \lambda^{4-7} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{144} + \frac{68}{1,54 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 0,02;$$

$$\lambda^{14-16} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{211} + \frac{68}{6,21 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 0,017;$$

$$\lambda^{15-17} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,1}{172} + \frac{68}{5,1 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 0,018.$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3.3.7 Питомі втрати тиску на тертя

Розраховуємо по формулі (3.9)

$$R^{1-2} = R^{16-18} = 0,017 \cdot \frac{991,95 \cdot 0,97^2}{2} \cdot \frac{1}{0,211} = 37,6 \text{ Па/м};$$

$$R^{2-5} = R^{3-6} = R^{4-7} = 0,02 \cdot \frac{991,95 \cdot 0,7^2}{2} \cdot \frac{1}{0,144} = 33,75 \text{ Па/м};$$

$$R^{14-16} = 0,017 \cdot \frac{984 \cdot 1,45^2}{2} \cdot \frac{1}{0,211} = 83,4 \text{ Па/м};$$

$$R^{15-17} = 0,018 \cdot \frac{984 \cdot 1,46^2}{2} \cdot \frac{1}{0,172} = 109,8 \text{ Па/м}.$$

3.3.8 Втрати тиску на місцеві опори

Розраховуємо по формулі (3.9)

На ділянці 1-2 присутні такі місцеві опори: поворотна задвижка(3 шт.) – 0,3 кПа, сітчастий фільтр (1шт.)- 2 кПа, витратомір(1 шт.) – 0,3 кПа

На ділянках 2-5, 3-6, 4-7 присутні такі місцеві опори: поворотна засувка(1 шт.) – 0,3 кПа, ел. магнітний клапан(1 шт.) – 0,3 кПа, різке розширення (1 шт) - $\xi_{p.p.} = 0,5$, поворот на 90 ° (1 шт.) - $\xi_{nog} = 1,0$.

На ділянках 14-16 та 15-17 присутні такі місцеві опори: різке розширення (1 шт) - $\xi_{p.p.} = 0,5$, поворот на 90 ° (2 шт.) - $\xi_{nog} = 1,0$, зворотний клапан Ду50 (1 шт.) – 0,4 кПа.

На ділянці 16-18 присутні такі місцеві опори: : поворотна задвижка (5шт.) – 0,3 кПа, сітчастий фільтр (1шт.)- 2 кПа, витратомір(1 шт.) – 0,3 кПа.

3.3.9 Втрати тиску на місцеві опори

$$Z^{1-2} = \frac{991,95 \cdot 0,97^2}{2} + 2000 + 300 \cdot 3 + 300 = 3367 \text{ Па}.$$

$$Z^{2-5} = Z^{3-6} = Z^{4-7} = (0,5 + 1,0) \cdot \frac{991,95 \cdot 0,7^2}{2} + 300 + 300 = 964,54 \text{ Па}.$$

$$Z^{14-16} = (0,5 \cdot 1 + 1 \cdot 2) \cdot \frac{977,8 \cdot 1,45^2}{2} + 400 = 2969,8 \text{ Па}.$$

$$Z^{15-17} = (0,5 \cdot 1 + 1 \cdot 2) \cdot \frac{977,8 \cdot 1,46^2}{2} + 400 = 3005,3 \text{ Па}.$$

3.3.10 Втрати тиску по тракту ГВП

$$\Delta P_{mp}^{1-2} = 37,6 \cdot 2,4 + 3367 = 3457 \text{ Па}.$$

$$\Delta P_{mp}^{5-6} = 33,75 \cdot 3,0 + 964,54 = 11857 \text{ Па}.$$

$$\Delta P_{mp}^{7-8} = 33,75 \cdot 6 + 964,54 = 1167 \text{ Па}.$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_{mp}^{12-13} = 83,4 \cdot 2,3 + 2969,8 = 3161,6 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{mp}^{14-15} = 109,8 \cdot 9,9 + 3005,3 = 4092,3 \text{ Па.}$$

3.3.11 Сумарні втрати тиску

$$\Delta P_{mp1} = \Delta P_{mp1}^{4-5} + \Delta P_{mp1}^{5-6} + \Delta P_{mp1}^{6-7} + \Delta P_{mp1}^{7-8} = 3457 + 11857 + 49680 + 1167 = 66161 \text{ Па.}$$

$$\Delta P_{mp2} = \Delta P_{mp}^{12-13} + \Delta P_{mp}^{13-14} + \Delta P_{mp}^{14-15} = 3161,6 + 16760 + 4092,3 = 24014 \text{ Па.}$$

3.3.12 Необхідний напір насоса ГВП

$$H_{\text{звн}} = P_{\text{вх}} + (H \cdot g \cdot \rho + \Delta P_{mp1}) \cdot 10^{-6}$$

$$H_{\text{звн}} = 0,07 + (3,5 \cdot 9,81 \cdot 977,8 + 66161) \cdot 10^{-6} = 0,17 \text{ МПа} = 17 \text{ м.вод.ст.}$$

3.3.13 Необхідний напір холодної води перед теплообмінником

$$H_{\text{звн}} = P_{\text{вих}} + (H \cdot g \cdot \rho_2 + \Delta P_{mp2}) \cdot 10^{-6}$$

$$H_{\text{звн}} = 0,38 + (1,5 \cdot 9,81 \cdot 983,2 + 24014) \cdot 10^{-6} = 0,42 \text{ МПа} = 42 \text{ м.вод.ст.}$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ВИБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

4.1 Вибір котлоагрегатів

В попередньому розділі по сумарному тепловому навантаженню були вибрані чотири котли марки КВН-1,16-Гс, три з яких для опалення та вентиляції і один для ГВП, з номінальною потужністю 1,16 Мвт. На рисунку 4.1 представлена схема КВН 1,16 Гс.

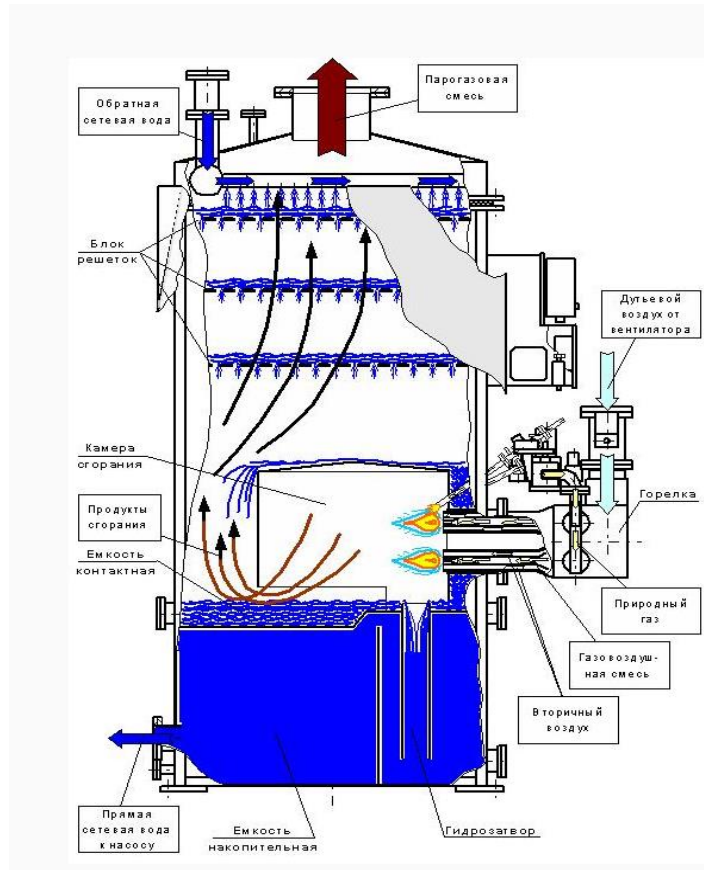


Рисунок 4.1 – Контактний водонагрівач

Контактні водонагрівачі використовуються для нагріву води в локальних мережах тепlopостачання. Нагрів води в них здійснюється контактним способом при безпосередньому контакті продуктів згоряння палива(природний газ) і теплоносія(води).

Контактний водонагрівач складається з нагрівальної камери, на якій установлені масообмінна колона, і газовий пальник. У середині теплообмін-колони розташовані три решітки барботажного типу. У нагрівальній камері розташований направляючий лист.

Процес горіння і нагрівання води в контактному водонагрівачі протікає наступним чином. Зворотна вода з тепломережі з температурою близько 40 ° С поступає у верхню частину масообмінної колони на барботажну решітку, де рівномірно розподіляється по перерізу колони і контактує з відходячими з установки продуктами згоряння. Пройшовши через переливні труби барботажної решітки вода надходить у тепломасообмінну колону і опускається по ній вниз, нагріваючись при цьому за рахунок

безпосереднього контакту з продуктами згорання. Попередньо нагріта до температури 75° - 78° ° С вода поступає у вихлопний патрубок погрузного пальника. У зоні дії погрузного пальника вода догрівається до температури 85° С за рахунок безпосереднього контакту з високотемпературними продуктами згорання палива і самопливом виходить із установки в колектор, звідки циркуляційними насосами подається в теплову мережу.

Продукти згорання по кільцевому каналу, утвореному стінками нагрівальної камери, поступають в масообмінну колону і піднімаються по ній догори, охолоджуючись за рахунок прямого контакту з циркуляційною водою. Кінцеве охолодження продуктів згорання до температури $45 - 50^{\circ}$ С відбувається на барботажній тарілці. Охолоджені продукти згорання виводяться із установки через вихлопний патрубок и поступають в трубопровід парогазової суміші.

Характеристики КВН 1,16Гс:

- номінальна потужність: 1,16МВт;
- коефіцієнт корисної дії (при температурі поворотної води не більше 55° С):
- по вищій теплотворній спроможності: 92%;
- по нижчій теплотворній спроможності: 102%;
- температура відходячих димових газів не більше 60° С;
- витрата повітря при номінальній потужності, не більше $1740 \text{ м}^3/\text{год}$;
- витрата газу при номінальній потужності, не більше $120 \text{ м}^3/\text{год}$;
- діапазон регулювання теплової потужності, 290-1210 кВт;
- питома витрата умовного палива, 121 кг/ МВт*год ;
- тиск повітря перед горілкою не більше 4 кПа;
- тиск газу перед горілкою не більше 25 кПа;
- витрата теплоносія через водопідігрівач $25-38 \text{ м}^3/\text{год}$;
- коефіцієнт надлишку повітря: в межах 1,25-1,45;
- тиск у водопідігрівачі: атмосферний;
- температура огорожувальних поверхонь не більше 45° С;
- маса водопідігрівача у неробочому стані не більше 1120 кг;
- місткість водопідігрівача у робочому стані, м^3 : не більше 0,95;
- вартість :148800 грн.

4.2 Вибір тягодуттьових пристроїв

Для котельних агрегатів з тепловим навантаженням не менше 1,163 МВт рекомендується встановлювати індивідуальні вентилятори та димосос.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тягодуттєві машини вибирають за заводськими характеристиками залежно від потрібного тиску та об'ємної подачі.

Тягодуттєві пристрої водогрійного котла КВН-1,16Гс

Маючи з технічних характеристик витрату та рекомендований тиск дуттєвого повітря на пальник вибираємо дуттєвий вентилятор РСС 25-40 виробництва заводу «Екватор», по одному для кожного котла, з наступними характеристиками:

- тиск: $P=4000$ Па;
- подача: $Q=2500$ м³/год;
- потужність електродвигуна: $N_{\text{ел}}=6$ кВт;
- вартість: 8400 грн.

4.3 Вибір насосів

В котельнях залежно від їх призначення встановлюються такі насоси: мережні, рециркуляційні, для підживлення, живильні, для подавання сирій води, насоси-дозатори та ін.

Вибираються насоси за таблицями технічних характеристик з урахуванням необхідних подачі та напору.

Подачу насосів визначають за витратами води, отриманими розрахунками теплової схеми; напір задають для мережних насосів (на основі попередніх гідравлічних розрахунків теплової мережі), а для решти насосів – розраховують відповідно до заданих схем їх розміщення в котельні.

4.3.1 Насос мережної води

- витрати мережевої води: $G_{\text{м}}=33,4$ м³/год;
- довжина трубопроводів теплової мережі: приймаю $l=4000$ м.

За довідковими [4]даними вибираю два насоси (робочий і резервний) Grundfos NK 80-315/278 (робочий і резервний), що зображено на рис.4.2, з характеристиками одного з них:

- номінальна подача – 222 м³/год;
- номінальний напір – 104 м;
- ККД – 70 %;
- потужність електродвигуна – 90 кВт;
- частота обертання електродвигуна – 2980 об/хв.;
- маса – 1190 кг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рисунок 4.2 – Зображення насосу Grundfos NK 80-315/278

4. 3.2 Циркуляційний насос другого контуру системи ГВП

Подачу та напір насосу приймаємо з гідравлічного розрахунку проведеного в розділі 3

-подача: $V_{\text{гв}}^{\text{гп}} = 20,5 \text{ м}^3 / \text{год}$;

-напір: $H_{\text{гв}}^{\text{гп}} = 42 \text{ м.вод.ст.}$;

По цих параметрах вибираємо насос Grundfos NB 50-160/177 (рис.4.3) з такими характеристиками

- Номінальна подача – 94,9 м³/год
- Номінальний напір – 42,2
- ККД – 88%
- Номінальна потужність електродвигуна – 11,83 кВт
- Частота обертання електродвигуна – 2940 об/хв
- Повна вага – 131 кг.



Рисунок 4.3 – Зображення насосу Grundfos NB 40-160/172

4.3.3 Циркуляційний насос гріючої води системи ГВП

Подачу та напір насосу приймаємо з гідравлічного розрахунку проведеного в розділі 3:

-подача: $V_{\text{гв}}^{\text{гп}} = 60 \text{ кг/с}$;

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-напір: $H_{\text{світ}}^{\text{ч}} = 17$ м.вод.ст.;

По цих параметрах вибираємо насос Grundfos NB 50-125/135 (рис.4.4) з такими характеристиками

- Номінальна подача – 75,9 м³/год
- Номінальний напір – 19,1 м.вод.ст
- ККД – 90%
- Номінальна потужність електродвигуна – 5,5 кВт
- Частота обертання електродвигуна – 2920 об/хв
- Повна вага – 86 кг.



Рисунок 4.4 – Зображення насосу Grundfos NB 50-125/135

4.4 Вибір теплообмінника системи ГВП

Теплообмінники системи ГВП застосовуються для таких цілей: нагрівання сирови та хімічно очищеної води у водогрійних котельнях за рахунок теплоти води з котельні.

Теплообмінник системи ГВП представляє собою підігрівач поверхневого типу (пластинчатий). Його схема показана на рис.4.5.

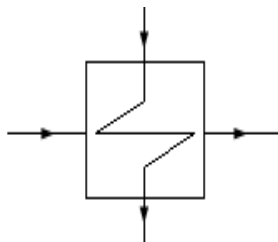


Рисунок 4.5 – Схема підігрівача гарячої води

Вихідні дані для розрахунку теплообмінника:

- максимальна теплова потужність підігрівача: 1,3 МВт;
- максимальна витрата води, що нагрівається: 5,6 кг/с;
- максимальна витрата гріючої води : $17,2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$;

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- температура нагрівальної води на вході (максимальна) $t'_1=15^{\circ}\text{C}$;
- температура нагрівальної води на виході $t''_1=60^{\circ}\text{C}$;
- температура гріючої води на вході $t'_2=85^{\circ}\text{C}$;
- температура гріючої води на виході $t''_2=55^{\circ}\text{C}$.

Визначення середнього температурного напору

Схема зміни температур теплоносіїв показана на рис.4.6.

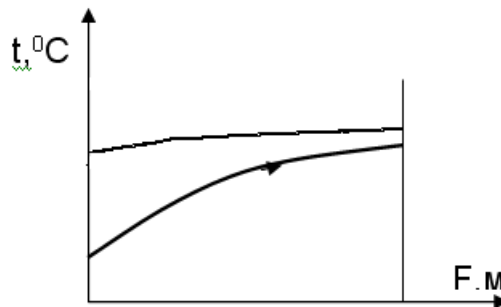


Рисунок 4.6 – Схема зміни температур теплоносіїв вздовж поверхні теплообміну

$$\Delta t_M = t'_2 - t''_1 = 85 - 55 = 30^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta t_6 = t''_2 - t'_1 = 60 - 15 = 45^{\circ}\text{C}.$$

Середній температурний напір знаходимо за співвідношенням:

$$\Delta \bar{t} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}, \quad (4.1)$$

$$\Delta \bar{t} = \frac{45 - 30}{\ln \frac{45}{30}} = 36,7^{\circ}\text{C}.$$

4.4.1 Вибір типу пластин

Попередньо приймаємо пластину із нержавіючої сталі ТР 4 для розбірної конструкції теплообмінника. Пластина має такі технічні характеристики:

- Площа поверхні теплообміну: $0,2 \text{ м}^2$;
- Об'ємна витрата теплоносія на 1 канал: $V = \text{до } 160 \text{ м}^3/\text{год}$;
- Орієнтовні коефіцієнти теплопередачі: $k=2000-3100 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$;
- Максимальний робочий тиск: до $2,0 \text{ МПа}$;
- Робоча температура $t=-10-150^{\circ}\text{C}$.

Визначення площі поверхні теплообміну

Приймаючи середнє значення коефіцієнта теплопередачі $k=2550 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

Знайдемо площу теплообміну знаходимо з рівняння теплопередачі:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t}, \quad (4.2)$$

$$F = \frac{1,3 \cdot 10^6}{2550 \cdot 36,7} = 13,9 \text{ м}^2.$$

Число пластин в теплообміннику:

$$n = \frac{F}{F_{пл.}} + 2, \quad (4.3)$$

$$n = \frac{13,9}{0,2} + 2 = 71,5.$$

Приймаючи 72 пластини отримаємо 71 хід, 36 ходів гарячого теплоносія і 35 по ходу холодного. На рисунку 4.7 зображена схема пластинчатого теплообмінника

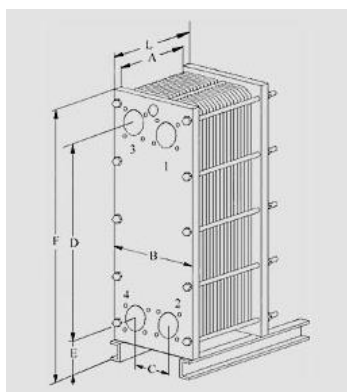


Рисунок 4.7 – Пластинчатий теплообмінник на основі пластин TP-4

Наведемо габаритні та масові характеристики теплообмінника: $A=410\text{мм}$; $B=410\text{мм}$; $C=170\text{мм}$; $D=835 \text{ мм}$; $L=470\text{мм}$; $E=238\text{мм}$; $F=1210\text{мм}$.

Масу апарату можна визначити за формулою:

$$m_{ТА} = 1,7 \cdot n + 256, \quad (4.4)$$

де n – кількість пластин;

1,7 – маса однієї пластини, кг;

256 – маса кришок апарату.

$$m_{ТА} = 1,7 \cdot 72 + 256 = 378,4 \text{ кг}.$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

4.5 Вибір фільтрів , витратомірів та теплових лічильників

В залежності від діаметру трубопроводів на виходах та входах теплоносія у котельню були встановлені теплові лічильники CALMEX з двома витратомірними пристроями виробництва фірми SENSYS (Німеччина). А на трубопроводі холодної води був встановлений лічильник CosmosWPD виробництва фірми SENSYS (Німеччина).

Для запобігання попадання у лічильники механічних часток, які можуть знаходитися у трубопроводах перед лічильниками встановлені сітчаті фільтри виробництва фірми Zetkama (Польща) (рис. 4.8).



Рисунок 4.8 – Зображення фільтру сітчастого фланцевого (Zetkama)

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВОДОПІДГОТОВКА В КОТЕЛЬНІ

5.1 Робота контактного водонагрівача на хімічно неочищеній воді

В контактнo-поверхневих водонагрівачах можливий нагрів жорстких і артезіанських вод без попереднього пом'якшення.

При нагріві до 100°C з води можуть випадати у вигляді накипу та шламу тільки солі карбонатної жорсткості. Некарбонатні солі випадають у осад, якщо вода перенасичена цими солями (при нагріві до температури вище 100°C).

В контактнo-поверхневих водонагрівачах спостерігається випаровування води. Кількість води, що випарувалася по відношенню до всієї її маси складає менше 0.5%. Практично, виходячи з досвіду експлуатації, випаровування відсутнє. Тому у виді накипу у водонагрівачі не можуть випадати некарбонатні солі (CaSO та MgSO). Існує лише можливість випадання в осад солей тимчасової жорсткості, а саме карбонату кальцію (CaCO) та карбонату магнію (MgCO), а це відбувається лише в тому випадку, коли у воді створюється недостача рівноважної вуглекислоти. Якщо створити умови, при яких зі зростанням температури води кількість вільної вуглекислоти у воді буде зростати, то розпад бікарбонатів буде неможливим. Величина CO у водонагрівачі буде залежати від температури води, що нагрівається часу її контакту з газами, густини зрошення та жорсткості води. Практика експлуатації показує, що безнакипний режим роботи контактнo-поверхневих водонагрівачів може виконуватися при температурі води, що нагрівається до 97°C і карбонатної жорсткості до 2-2,5 мг-екв/л. Зі збільшенням карбонатної жорсткості безнакипний режим може бути отриманий лише при зменшенні кінцевої температури нагріву.

Контактнo-поверхневі водонагрівачі можуть самоочищатися від накипу. Цей процес можливий, якщо поверхня камери згоряння, вкрита солями тимчасової жорсткості, буде безперервно омиватися водою, в якій міститься більша кількість вуглекислоти. При цьому накип, що відклався на поверхні камери згоряння буде поступово розчинятися у воді.

В контактнo-поверхневих водонагрівачах відбувається природна деаерація води що нагрівається.

Деаерація води проходить спочатку у контактній камері водонагрівача, а потім у нижній частині корпусу водонагрівача, що має радіаційну поверхню нагріву. Рушійною силою деаерації у контактній камері є різниця парціальних тисків кисню, що міститься у воді та газах. Нижня частина водонагрівача, в якій розміщена камера згоряння, представляє собою термічний деаератор, що працює при атмосферному тиску.

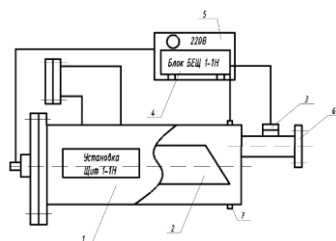
					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При подальшому нагріві води, яка контактує з радіаційною поверхнею камери згоряння, парціальний тиск водяних парів над водою різко підвищується, а парціальний тиск розчинених у ній газів різко зменшується, внаслідок чого зменшується їх розчинність. Коли вода досягає температури кипіння, то парціальний тиск кисню і його розчинність у воді зменшуються практично до нуля. Виділення з води кисню відбувається за рахунок різниці парціальних тисків у прошарку киплячої води і цього ж газу в паровій фазі, що безперервно вилучається. При правильній експлуатації контактних-поверхневих водонагрівачів вміст кисню в гарячій воді лежить у межах 0,1-0,12 мг-екв/л. У наш час з метою запобігання корозії обладнання та трубопроводів рекомендується застосовувати різноманітні інгібітори корозії. Один з найбільш перевірених та ефективних – інгібітор корозії вітчизняного виробництва «ВІТАЛ». Використання інгібітора корозії «ВІТАЛ» дозволяє знизити швидкість корозії, яка не перевищує 0,03-0,05 мм/год. В останній час для захисту від корозії використовується установка активного магнієвого захисту «Щит».

5.1.1 Установка магнієвого захисту. Будова та принцип дії установки

Електрод 2 (рис.5.1), який знаходиться в пристрої 1, розчиняється, представляє собою анод з магнієвого сплаву, приєднаний з допомогою кабелю до позитивного полюсу електронного блоку 4. Анод, закріплений на кришці корпусу пристрою розчинення, електрично ізолюваний. Установка має 2 патрубки, вхідний та вихідний з фланцями. На корпусі установки приварений болт для підключення негативного полюсу електронного блоку. Вхід води виконується через вхідний патрубок. На вихідному патрубку встановлений датчик швидкості корозії 3. Для зручності монтажу установки у комплект поставки включено відповідно вхідний та вихідний (додаткові) фланці 6. Корпус обладнаний шаровим краном 7 для зливу води.

Електронний блок представляє собою автоматичний регулятор струму розчинення аноду, який керує сигналом, створеним для виміру швидкості корозії. Швидкість корозії визначається за допомогою відповідного та електронного вимірювача швидкості корозії.



1- пристрій розчинення аноду, 2 – анод А-2; 3 – датчик швидкості корозії ДК-2; 4 – електронний блок БЕЩ 1-1Н ;5 – кожух захисний 6 – фланець відповідний; 7 – кран кульовий.

Рисунок 5.1 - Схема установки «Щит 1-1Н»

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Електронний блок змонтований у пластмасовому корпусі і розташований у металевому захисному кожусі 5. На задній стінці знаходиться: роз'єм для підключення датчика швидкості корозії, кабелю живлення, гніздо позитивного полюсу при підключенні кабелю аноду і зажим негативного полюсу для з'єднання блоку з кабелем пристрою розчинення аноду. Цей зажим слугує також для заземлення електронного блоку. Болт заземлення знаходиться в захисному кожусі біля розетки 220В.

Для забезпечення відсутності відкладення накипу та корозії теплообмінних поверхонь встановлено дві таких установки у контурі системи опалення та у контурі системи гарячого водопостачання.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ КОТЕЛЬНОЇ

6.1 Економічні показники роботи котельні на базі КВН

6.1.1 Вихідні дані для розрахунку

— річна витрата теплоти котельною споживачами:

$$Q_{\text{річн}} = 48,221 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік};$$

— К.К.Д котлоагрегатів типу КВН-1,16Гс $\eta_k = 102\%$.

6.1.2 Річне вироблення теплоти котельною

$$\sum Q_v^{\text{річн}} = Q_{\text{річн}} \cdot k, \quad (6.1)$$

де k – коефіцієнт, яким ураховують втрати теплоти в котельні та теплових мережах, а також витрати теплоти на власні потреби котельної. Приймаємо $k = 1.08$.

Тоді

$$\sum Q_v^{\text{річн}} = 48,221 \cdot 10^6 \cdot 1,08 = 52,08 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік}.$$

6.1.3 Річна витрата природного газу котельною

$$B_{\text{річн}} = \frac{\sum Q_v^{\text{річн}}}{Q_n^{\text{зг}} \cdot \eta \cdot \eta_{\text{реж}}}, \quad (6.2)$$

де $\eta_{\text{реж}} = 0.97$ – режимний коефіцієнт котельної; необхідність його урахування обумовлена тим, що котлоагрегати не завжди працюють при номінальному навантаженні;

$Q_n^{\text{зг}} = 37560 \text{ кДж/м}^3$ (Середня Азія – Центр) – теплота згорання 1 м^3 природного газу.

Тоді річна витрата природного газу котельною на базі КВН буде така:

$$B_{\text{річн}}^{\text{КВН}} = \frac{52,08 \cdot 10^6 \cdot 10^6}{37560 \cdot 10^3 \cdot 1,02 \cdot 0,97} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

6.1.4 Вартість палива, яке споживає котельня на базі КВН на рік:

$$K = B_{\text{річн}} \cdot C, \quad (6.3)$$

де K – капітальні затрати на забезпечення котельні паливом, грн/рік;

C – ціна на газ для споживачів, $C = 7188 \text{ грн/1000 м}^3$.

$$K = 1,4 \cdot 10^6 \cdot 7,188 = 10,06 \frac{\text{млн.грн}}{\text{рік}}.$$

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Порівняльні характеристики з традиційною котельнею

6.2.1 Вартість палива, яке споживає котельня на базі звичайних котлів

Вартість палива, яке споживає котельня на базі звичайних котлів КПД $\eta_k = 91\%$ на рік при інших однакових умовах, також можна розрахувати за формулою (6.2)

$$B_{звич} = \frac{52,08 \cdot 10^6 \cdot 10^6}{37560 \cdot 10^3 \cdot 0,91 \cdot 0,97} = 1,57 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

6.2.2 Економія коштів на забезпечення паливом на рік котельні на базі КВН у порівнянні зі звичайною котельнею, грн:

$$E = (B_{звич} - B_{КВН}) \cdot Ц, \quad (6.4)$$

$$E = (1,57 \cdot 10^6 - 1,4 \cdot 10^6) \cdot 7,188 = 1221960 \text{ грн}.$$

При орієнтовній вартості будівництва котельні «під ключ» без врахування будівництва зовнішніх теплових мереж та будівлі котельні у 2160 тис. грн., котельня на базі КВН повністю окупається за 1,8 роки або 1 рік та 10 місяців без врахування капітальних затрат на будівництво звичайної котельні аналогічної потужності.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - система збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, яка включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи

Вивчення й вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов праці людини – одне з найважливіших завдань у всіх сферах діяльності людини.

Охорона праці виявляє і вивчає можливі причини виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою усунення цих причин і створює безпечні і сприятливі для людини умови праці.

Поліпшення умов праці покращує продуктивність, якість продукції, яка випускається, підвищує трудову дисципліну, знижує плинність кадрів, зменшує число аварій, травматизм і профзахворювання, а також зв'язані з цим економічні втрати.[5]

Тема дипломного проекту – Котельня на базі контактних водонагрівачів для теплопостачання житлового масиву в м. Миргороді.

Приміщення котельної має таке обладнання:

- 3 газових контактних водонагрівачі фірми НПО «ЛОТА» $Q_k^{ном} = 1,16$ МВт;
- 2 сітєвих насоси опалювального контуру Grundfos(робочий і резервний)
- 1 насос циркуляційного контуру ГВП Grundfos;
- 1 насос ГВП Grundfos
- пластинчатий теплообмінник системи ГВП на основі пластин типу TP-4;
- температурний режим котельні 85/55 °С;
- паливом для котлів є природний газ.

Метою даного розділу є аналіз умов праці в приміщенні котельні та розробка комплексу заходів для поліпшення умов.

В даному дипломному проекті запропоновано технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації технологічного обладнання, а також технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії, і визначенні основні заходи із пожежної безпеки.

7.1 Охорона праці при монтажі обладнання котельні

У сучасних котельнях не менше 80% обладнання монтують методом зборки укрупнених блоків. На спеціальному складальному майданчику окремі елементи каркаса, поверхностей нагріву і т.д. збирають у великі блоки. Потім блоки піднімають і встановлюють у положення передбачене проектом.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Монтаж пов'язаний з підйомом і переміщенням громіздких і нетранспортабельних вузлів, блоків. Всі підйомно-транспортні роботи на монтажі механізуються. Для цього використовується автокран і пневмоколісний кран. Монтажний майданчик огорожують суцільним огороженням. Матеріали зберігають у спеціально відведених місцях. Дороги вільні для проїзду. Входи, переходи і виходи вільні і безпечні. Проходи в небезпечних місцях настиляють з дощок. Настили обов'язково постачають перилами. Монтаж технологічного устаткування виконується відповідно до проекту виробництва монтажних робіт.

При виконанні монтажних і ремонтних робіт, при реконструкції котельної та при експлуатації обладнання необхідно дотримуватися вимог ДНАОП,ДСН, ДБН, стандартів ССБТ і інших норм та правил.

На ділянці, де ведуться монтажні роботи не виконуються інші роботи.

Забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель або міток, що забезпечують їхнє правильне стропування й монтаж.

Застосовувані способи стропування елементів конструкцій і устаткування забезпечують їхню подачу до місця установки в положенні, близькому до проектного.

Елементи конструкцій які монтуються або встаткування під час переміщення утримуються від обертання й розгойдування гнучкими відтягненнями.

Устаткування й трубопроводи звільнені від вибухонебезпечних, горючих і шкідливих речовин.

При виконанні монтажних робіт для закріплення технологічного й монтажного оснащення використовуються устаткування й трубопроводи, а також технологічні й будівельні конструкції після узгодження з особами,відповідальними за правильну їхню експлуатацію.

Розпакування й розконсервація устаткування яке підлягає монтажу, виконуються в зонах, відведених відповідно до проекту виробництва робіт, і здійснюється на спеціальних стелажах або підкладках висотою не менш 100мм.

При розконсервації устаткування не допускається застосування матеріалів із пожежонебезпечними властивостями.

У процесі виконання складальних операцій, сполучення отворів і перевірка їхнього збігу в деталях, які монтуються, виконується з використанням спеціального устаткування. Перевіряти збіг отворів в деталях, які монтуються, пальцями рук не допускається.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При монтажі устаткування повинна бути виключена можливість мимовільного або випадкового його включення.

При переміщенні устаткування відстань між ними і виступаючими частинами змонтованого устаткування або інших конструкцій повинні бути по горизонталі не менш 1м, по вертикалі - 0,5м.

Не допускається використовувати неприйнятні в експлуатацію в установленому порядку електричні мережі і енергетичне обладнання. Експлуатується після прийняття в установленому порядку.

Не допускається проводити роботи або знаходитися на відстані менше 50м від місця випробування повітряних вимикачів.

При необхідності подачі оперативного струму для опробування електричних ланцюгів і апаратів на них слід встановити попереджувальні плакати, знаки або написи, а роботи, не пов'язані з випробуванням, повинні бути припинені і люди, зайняті на цих роботах, виведені.

Подача напруги для випробування електрообладнання проводиться за письмовою заявкою відповідальної особи електромонтажної організації (майстра або виконроба), призначеного спеціальним розпорядженням.

На монтованих трансформаторах кінці первинних і вторинних обмоток повинні бути заземлені та закорочені на весь час проведення електромонтажних робіт.

Електромонтажні роботи в діючих електроустановках, як правило, повинні виконуватися після зняття напруги з усіх струмоведучих частин, що знаходяться в зоні виконання робіт, їх від'єднання від діючої частини електроустановки.

Падіння вантажу при переміщенні може відбутися при несправності стропів, при невідповідності грузопідйомності крана вазі обладнання.

При роботі на висоті необхідно використовувати страхові пояса та засоби захисту.

7.1.1 Заходи з безпечної експлуатації устаткування котельні.

Основне й допоміжне устаткування розміщують в спеціальному приміщенні. Проектом передбачені нормативні проходи для обслуговування устаткування. Для обслуговування трубопроводів і арматури водогрійних котлів передбачені площадки на відмітці 2,0 м.[8]

Відстань між елементами устаткування, а також між устаткуванням і стінами приміщень приймається більше 1 м. Ширина основного проходу дорівнює 2 м. Висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій у місцях регулярного проходу персоналу, обслуговування трубопроводів і арматур водогрійних котлів становить 2м.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення нормальних умов експлуатації устаткування котельні проектом передбачається установка контрольно-вимірювальних приладів, запобіжних пристроїв і запірної арматури.

Устаткування й трубопроводи з температурною більше +45С теплоізовані й пофарбовані в відповідні кольори згідно з вимогами. Всі струмоприймачі заземлені відповідно вимогам розділу ПУЕ-2017.

Системи контролю, автоматизації й дистанційного керування роботою основного технологічного устаткування дозволяють:

- одержати своєчасну інформацію про порушення технологічного процесу;
- аварійно відключати устаткування;
- захищати обслуговуючий персонал.

Водогрійні котли обладнані автоматикою безпеки, що забезпечує зупинку подачі газу при відхиленні показника від норми:

- зникнення напруги живлення;
- підвищення температури води в котлі;
- зниження розрідження в топці;
- погашення полум'я у пальниках.

Для припинення або зміни подачі води і газу на всіх трубопроводах установлюються засувки й вентиля. Арматури встановлені в місцях, зручних для обслуговування й ремонту. Засувки й вентиля, що вимагають для відкриття більших зусиль, забезпечені обвідними лініями, механічними приводами.

Горизонтальні ділянки паропроводів укладаються з ухилом 0,002⁰ з забезпеченням дренажу.

Рухливі частини устаткування закриті захисними кожухами.

Компенсація теплових розширень трубопроводів здійснюється П-подібними компенсаторами.

7.1.2 Заходи, щодо безпеки експлуатації електрообладнання котельні

Проектом передбачене електрообладнання котельні з чотирма водогрійними котлами, що працюють на природному газі, а також мережними, циркуляційними і живильними насосами. По надійності електропостачання котельні відноситься до II-ї категорії.

По ступені небезпеки ураження персоналу електричним струмом приміщення котельні відносяться до особливо небезпечних, бо є декілька факторів підвищеної небезпеки:

- наявність струмопровідних підлог;

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дотик людини до металевих корпусів електроустаткування.

Тяжкість враження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини й тривалості протікання через нього струму, роду й частоти струму, індивідуальних властивостей людини й умов навколишнього середовища.

Основним фактором, що обумовлює той або інший ступінь ураження людини, є сила струму. Найбільша небезпека виникає при безпосередньому проходженні струму через життєво важливі органи людини.

Найпоширенішими технічними засобами захисту є захисне заземлення і занулення. Організаційні й технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки полягають, в основному, у відповідному навчанні, інструктажі й допуску до роботи осіб, що пройшли медичний огляд і виконанням ряду технічних заходів при проведенні робіт з електроустаткуванням, дотриманні додаткових вимог при роботах із частинами, що перебувають під напругою.

7.1.2.1 Технічні рішення по запобіганню електротравм при дотику до нормально струмоведучих частин електрообладнання (при нормальному режимі їх роботи).

Зовнішні електропроводки виконані на відстані від підлоги: 2,5 метрів над робочим місцем; 3,5 метрів над проходами; 6 метрів над проїздами.

Двигуни насосів котельні стійкі до струмів блокування і не потребують захисту від перевантаження.

Магістральні і розподільчі мережі виконуються кабелем ВВГнг відкрито на скобах, в коробі, в гнучкому рукаві.

Освітлення котельні передбачається робоче, аварійне і ремонтне, на напрузі 220В і 12В відповідно. Для аварійного освітлення використовується переносний акумуляторний ліхтар.

В якості джерел світла для забезпечення безпечного доступу в котельню застосована мінімально необхідна кількість вибухозахищених світильників (НСП), які мають ступінь захисту достатній для використання в приміщеннях категорії 2 і вмикаються зовні. Для робочого освітлення застосовані світильники з люмінесцентними лампами (ЛСП).

У місцях підвищеної небезпеки ураження електричним струмом проектом передбачене ізолювання робочого місця персоналу шляхом застосування екранів (металеві аркуші, сітки, комбінації аркушів і сіток).

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Екран повинен бути електрично-герметичний, а контактуючі поверхні його частин повинні мати антикорозійне покриття й щільно притискатися одне до одного по всій площі.

7.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничій санітарії

7.2.1 Параметри мікроклімату в приміщенні котельної.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат їхнього внутрішнього середовища, що впливають на організм людини: температура, вологість, швидкість руху повітря і теплові випромінювання.

Норми на оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони (робочого місця) приміщень у залежності від періоду року і категорії виконуваних робіт. Крім того, допустимих температур повітря встановлюють різні для постійних і непостійних робочих місць.

Поділ робіт на категорії проводиться в залежності від загальної енерговитрати організму працівника. Відповідно до характеру робіт у відзначеному приміщенні, фізичні роботи середньої важкості (категорія Пб) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 233 - 290 Вт (201-250 ккал/год.) До категорії Пб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Показники мікроклімату в приміщенні котельні регламентуються ДСН наведені в табл.7.1 окремо для холодного і теплого періодів року.

Таблиця 7.1 - Показники мікроклімату в приміщенні котельні

Період року	Параметр мікроклімату	Параметри мікроклімату відповідно ДСН 3.3.6.042-99	
		оптимальний	допустимий
Холодний	Температура, С°	22-24	18-26
	Відносна вологість повітря, %	40-60	75
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0,1
Теплий	Температура, С°	22-25	18-26
	Відносна вологість повітря, %	40-60	75
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0-1

Дотримання умови мікроклімату в межах норми забезпечується: у холодний період підігрівом приміщення радіаторами з теплоносієм водою, нагрітої до температури 50-80°С, кондиціонуванням; у теплий період

Для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату в робочій зоні приміщення котельні проектом передбачається:

- автоматизація технологічного процесу (на місцях виміру параметрів установлені датчики, які передають інформацію на щит керування);
- зменшення виділення тепла й вологи за рахунок застосування ізоляції (ізолюючі мати) і фарбування срібlistого кольору;
- опалення виробничих, побутових і допоміжних приміщень (система опалення однотрубна з нижнім розведенням);
- видалення надлишкових тепла й вологи за рахунок вентиляції приміщень.

7.2.2 Система вентиляції

Основним видом вентиляції є природний повітрообмін за рахунок різниці температур.

У літній період повітря частково або повністю забирається з котельні вентилятором. У зимовий час частково із приміщень і вулиці, а при температурі -20°C повітря на горіння забирається тільки зовні будинку.

7.3. Пожежна безпека

Відповідно до вимог будівельних норм і правил і від характеру використовуваних у виробництві речовин і їхньої кількості проектована котельня ставиться до виробництва категорії Г, вогнестійкість будинків котельні характеризується II ступенем вогнестійкості.

Найбільш частими причинами пожеж можуть бути:

- порушення правил пожежної безпеки;
- порушення правил зберігання горючих речовин, особливо поблизу нагрівальних приладів;
- порушення правил експлуатації електроустаткування;
- паління в не відведених для цих цілей місцях.

Вибухи й пожежі можуть відбутися при витоках газу через нещільності рознімних з'єднань газопроводів і арматур.

Загальні вимоги пожежної безпеки викладені в [7]: всі трубопроводи котельні з температурою поверхні вище 45°C ізолюють. Ізоляція виконана двошаровою: першим шаром є мінерало-ватяний, а другий покривний матеріал - фольга.

Для продувки газопроводів передбачені продувні свічі й штуцери (вибираються залежно від діаметра вихідного отвору на трубопроводі) із запірними органами й

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заглушками для поводження продувного агента гнучким шлангом. Обмін забезпечується п'ятикратний не більш ніж за 20 хв. Продувні свічі виводяться вище даху котельні на 1 м.

Проектом реконструкції котельні передбачається установка клапана запобіжно-запірного електромагнітного газового КПЭГ Ду100 Саратовского ВАТ «Газаппарат» для контролю загазованості в котельні на уведенні газопроводу в котельню, що спрацьовує при перевищенні припустимих концентрацій токсичних і вибухонебезпечних газів у приміщенні котельні.

Котельні установки постачають наступними захистами й блокуваннями: на погашення факела, відключення всіх димососів, вентиляторів, повітропідігрівників. Запалювання пальників блокується без попередньої вентиляції топлення протягом 10...15 хв, подача палива повністю припиняється при закритому повітряному шибері або відключеному вентиляторі даного пальника. Подача палива блокується при хоча б одній незакритій засувці з електроприводом у пальника.

Передбачено пристрої захисту від блискавки в будівлі, їх споруджено і встаткувано.

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння в котельні установлені спеціальні пожежні щити з набором: пінних вогнегасників ОХВП- 10-12шт.; вуглекислотних вогнегасників, ОУ- 5-3шт.; ящик з піском; щільне полотно; сокира; лом; багор; лопата. Щити розташовуються у легко доступних місцях, ближче до виходів із приміщень. На місцевому тепловому щиті кожного котла є два вуглекислотних вогнегасники ОУ- 5.

Кількість, розташування та умови зберігання вогнегасників відповідають ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-77

У котельні влаштований протипожежний водопровід. Пожежні крани встановлені в приміщенні котельні.

Протипожежне водопостачання забезпечується наступними проектними рішеннями:

- загальна витрата води на площадці становить 10 л/с, з урахуванням потреб пожежогасіння;
- пожежогасіння котельні приймається двострунним. Необхідний напір при внутрішньому пожежогасінні становить 16 м;
- пожежні крани до котельному відділенні розміщені на основних оцінках обслуговування;

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- у допоміжних, санітарно - побутових приміщеннях котельні проектом передбачена пожежна сигналізація.

Для попередження руйнування устаткування при можливому нагромадженні природного газу на металевих газоходах від каналів до димаря встановлені підливні клапани.

Для пожежної сигналізації згідно ДБНВ.2.5-56-2014 застосовані пристрої охоронної сигналізація УОТС- 1- 1 працюючі з димовими й тепловими датчиками.

Датчики встановлюються на стелі. Пристрій охоронної сигналізація встановлюється в приміщенні чергового персоналу.

В робочих приміщеннях котельні виконані усі вимоги НАПБВ.01.34-2005 та Правил пожежної безпеки підприємств та організацій енергетичної галузі України.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У даному дипломну проєкті була розрахована котельня для теплопостачання житлового масиву у місті Миргороді на базі контактних водонагрівачів НВТ «ЛОТА».

У ході розрахунків були розраховані теплові навантаження даного житлового масиву, які представлені у таблицях 2.1 та 2.2. За результатами цих розрахунків у якості теплогенеруючих пристроїв були підібрані чотири котли марки КВН-1,16-Гс, загальною номінальною потужністю 3,4 МВт. Відносно малий коефіцієнт завантаження на якому вони працюють навіть при пікових навантаженнях зумовлений перспективою розширення даного житлового масиву у майбутньому та підключення до даної котельної додаткових теплових навантажень.

Також була розроблена теплова схема із закритою системою теплопостачання, на основі якої були розраховані діаметри основних трубопроводів котельні, швидкості теплоносіїв в них, та підібране допоміжне обладнання (тягодуттєві пристрої, насоси, пристрої для захисту від корозії).

Для обліку теплоти, що віддана споживачам були підібрані теплові лічильники та витратоміри, які захищені від механічних часток сітчатими фільтрами.

Для розрахованої котельні була визначена витрата палива на котельню на рік та ціні цього палива, яка становить $1,4 \cdot 10^6 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}$ та $10,07 \frac{\text{млн.грн}}{\text{рік}}$ відповідно. Ці дані були порівняні з котельною на базі звичайних котлів аналогічної потужності і встановлено, що котельня на базі КВН дозволяє зекономити 1221 тис.грн за рік експлуатації (при сьогоднішніх досить низьких цінах на природній газ, яка у перспективі обіцяє значно зрости), та повністю окупає себе за 1,8 роки. Це дозволяє стверджувати те, що котельні на базі контактних водонагрівачів значно ефективніші з енергетичної точки зору за звичайні котельні, і їх треба більш широко впроваджувати та використовувати в енергетичному комплексі України.

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теплові навантаження. Теплові схеми котелень. Метод. вказівки до викон. розрахункової роботи з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачів теплоти» для студ. напряму підготовки 6.05060101 «Теплоенергетика» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / Уклад.: М.Ф. Боженко, Ю.В. Шавкалюк. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013. -52 с.
2. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб./М.Ф.Боженко,В.П.Сало.– Київ: ІВЦ «Видавництво„Політехніка», 2004. – 192 с.
3. Краснощеков Е.Л., Задачник по теплопередаче. – Е.Л. Краснощеков., Л.С. Сукомел. М.: Энергия, 1980. – 288с;
5. Технічні дані продукції компанії Iota [Електроний ресурс]. – режим доступу: <http://www.lota.ua/>,<http://www.grundfos.com/>, <http://www.ridan.ru/> (30.05.19)
4. ДБН В. 2. 6 – 31 : 2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Чинні від 2007-04-01. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 65 с.
5. Закон України про охорону праці
6. ДНАОП 0.00-1.08-94. Правила будови та безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів;
7. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

					ТП 51 67 016 ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 51 67 016 ПЗ	Пояснювальна записка	66	
3	A1	ТП 51 67 016 001	Компоновка обладнання. План на відм. -0,000	1	
4	A1	ТП 51 67 016 002	Теплова схема котельні	1	
5	A1	ТП 51 67 016 003	Контактний водонагрівач	1	

				ТП 51 67 016		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Студент	Стіцурін В. П.			Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Назарова І. О.					1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ, каф. ТПТ, гр. ТП - 51	
Н.контр.						
Зав.каф.	Варламов Г. Б					

Інтернет + Бібліотека

97.79% Оригінальність	2.21% Схожість	10 Джерела
-----------------------	----------------	------------

Джерела з Бібліотека : 1 джерело знайдено

Romanchuk_bakalavr.docx

2.21%



Схожість



Схожість з обраним джерелом



Заміна літер абетки



Цитата



Посилання